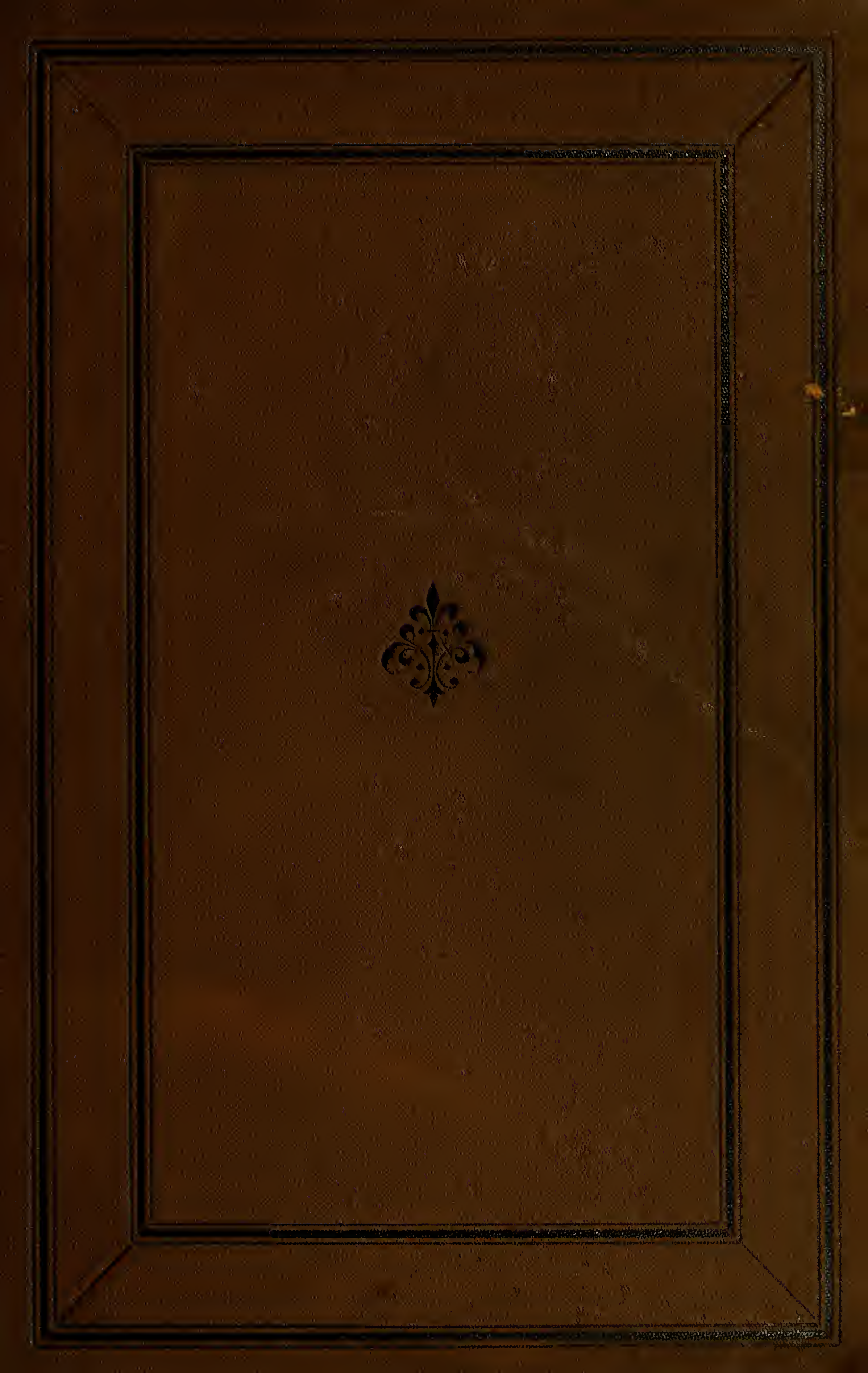
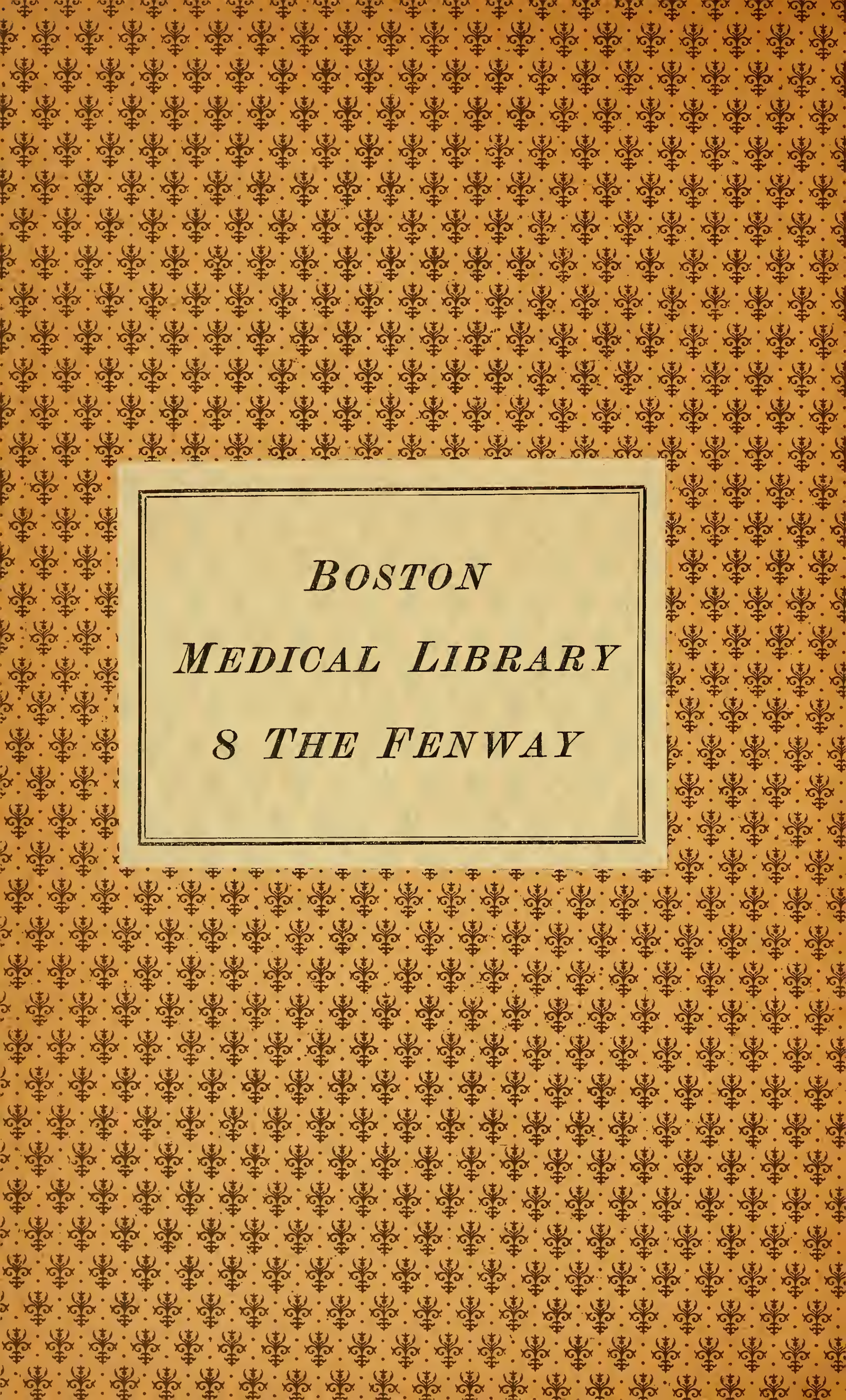



BOSTON
MEDICAL LIBRARY
8 THE FENWAY

ÜBER DIE FUNCTIONEN

DER

GROSSHIRNRINDE.



ÜBER DIE FUNCTIONEN

DER

GROSSHIRNRINDE

GESAMMELTE MITTHEILUNGEN

MIT ANMERKUNGEN

VON

HERMANN MUNK

Professor an der Universität und der Thierärztlichen Hochschule,
Mitglied der Akademie der Wissenschaften zu Berlin.

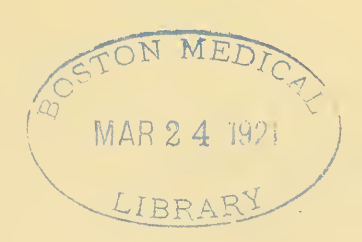
ZWEITE VERMEHRTE AUFLAGE.

MIT HOLZSCHNITTEN UND EINER LITHOGRAPHIRTEN TAFEL.

BERLIN, 1890.

VERLAG VON AUGUST HIRSCHWALD.

NW. UNTER DEN LINDEN 68.


BOSTON MEDICAL
MAR 24 1921
LIBRARY

Vorwort.

Indem ich meine Veröffentlichungen über die Functionen der Grosshirnrinde aus den Jahren 1877—80 hier gesammelt vorlege, will ich die durch verschiedene Zeitschriften zerstreuten Mittheilungen leichter zugänglich machen, insbesondere einem grösseren ärztlichen Kreise, der bisher auf unvollkommene und öfters missverständliche Referate angewiesen war. Ich verspreche mir davon einen wesentlichen Nutzen für das Gebiet, in welchem das rechte Ineinandergreifen von physiologischem Versuche und pathologischer Beobachtung zu raschen und schönen Fortschritten verhelfen kann.

Auf eine Einleitung, welche den Stand der Dinge, von dem ich auszugehen hatte, darlegt, folgen — nur mit ganz unwesentlichen redactionellen Änderungen — die Mittheilungen, wie sie zuerst zum Druck gelangt sind und ein getreues Bild der Fortschritte der Untersuchung und der Erkenntniss gewähren. In den Anmerkungen, welche den einzelnen Mittheilungen nachfolgen, habe ich Citate, Erläuterungen und kritische Bemerkungen hinzugefügt.

Berlin, im November 1880.

Der Aufforderung der Verlagsbuchhandlung entsprechend lege ich die Sammlung von neuem vor. Sie erscheint jetzt beträchtlich vermehrt durch die neun Mittheilungen, welche ich in weiterer Ausführung der Untersuchung seit der ersten Ausgabe gemacht habe. Ein vorgesetztes Zeichen ᵛ macht die Anmerkungen kenntlich, welche den älteren sieben Mittheilungen neu hinzugefügt sind. Was ich in Citaten hervorzuheben fand, ist überall *cursiv* gedruckt. Statt der Inhaltsangabe der einzelnen Mittheilungen ist, die Benutzung der Sammlung zu erleichtern, diesmal ein Register geliefert.

Berlin, im Juni 1890.

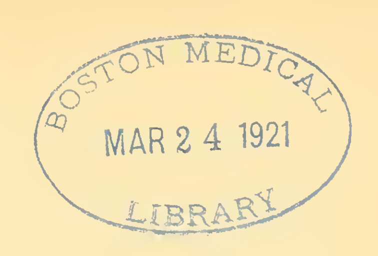
W. 4 Matthäikirchstr.

Hermann Munk.



Inhalt.

	Seite
Einleitung	1
Geschichtliches über die Localisation der Functionen in der Grosshirnrinde.	
Erste Mittheilung (23. März 1877)	9
Erfahrungen zu gunsten der Localisation.	
Zweite Mittheilung (27. Juli 1877)	15
Weitere Constatirung der Sinnessphären.	
Dritte Mittheilung (15. März 1878)	21
Sehsphäre, Hörsphäre, Fühlsphäre von Hund und Affe.	
Vierte Mittheilung (29. November 1878)	45
Fühlsphären von Hund und Affe.	
Fünfte Mittheilung (4. Juli 1879)	63
Projection der Netzhäute auf die Sehsphären.	
Sechste Mittheilung (3. Juni 1880)	82
Sehsphären des Hundes.	
Siebente Mittheilung (2. Juli 1880)	102
Sehsphären des Affen. Riechsphären des Hundes.	
Achte Mittheilung (19. Mai 1881)	112
Hörsphären des Hundes.	
Neunte Mittheilung (1. Juli 1881)	123
Sehsphären des Affen.	
Zehnte Mittheilung (14. October 1881)	130
Erregung und Hemmung.	
Elfte Mittheilung (20. Juli 1882)	139
Stirnlappen von Hund und Affe.	
Zwölfte Mittheilung (12. Juli 1883)	179
Centrale Organe für Sehen und Hören. Taube.	
Dreizehnte Mittheilung (3. April 1884)	218
Fortsetzung. Kaninchen.	
Vierzehnte Mittheilung (28. Januar und 11. Februar 1886)	239
Fortsetzung. Hund.	
Fünfzehnte Mittheilung (23. Mai 1889)	275
Fortsetzung. Hund. Affe. Neugeborenes Kaninchen.	
Sechzehnte Mittheilung (21. November 1889)	293
Sehsphäre und Augenbewegungen.	
Register	317



Einleitung.*

Der erste grosse Erfolg, welchen die Physiologie des Grosshirns mit Flourens' Versuchen zu verzeichnen hatte, wurde zugleich verhängnissvoll für ihren Fortschritt. Als Flourens** die Grosshirnhemisphären als den Sitz des Willens und der Wahrnehmungen nachwies, lehrte er zugleich als Ergebniss der Versuche, dass alle Theile des Grosshirns in gleicher Weise mit dessen Functionen betraut wären, eine functionelle Differenz einzelner Abschnitte des Grosshirns nicht weiter bestände. Gleichviel wo und wie das Grosshirn fortschreitend abgetragen würde, immer sollten alle Wahrnehmungen und alles Wollen gleichmässig abnehmen und schliesslich zugleich erlöschen; und wenn die Verstümmelung, welche den Verlust aller Functionen mit sich gebracht hatte, nicht gar zu gross gewesen, sollte der Rest des Grosshirns nach einiger Zeit unvollkommen oder sogar vollkommen die Functionen des ganzen Grosshirns wiedergewinnen, indem alle Wahrnehmungen und alles Wollen wiederum gleichmässig sich wieder einstellten. Da nun überdies, wie es schon Lorry*** gefunden hatte und Flourens bestätigte, keinerlei Angriff des Grosshirns irgendeine Reaction, weder Bewegung noch Empfindung, herbeiführen sollte, so konnte mit der soweit gewonnenen Einsicht die experimentelle Forschung am Grosshirn sogleich auch abgeschlossen scheinen.

Fast ein halbes Jahrhundert blieb Flourens' Lehre bestehen. Verwundert muss man sich jetzt fragen, wie das möglich war, da doch einerseits schon die Durchsicht von Flourens' Mittheilungen unschwer seine Versuche als unzureichend, seine Beobachtungen als zu wenig genau, seine Schlüsse als zu weit gehend erkennen lässt, andererseits die pathologischen Erfahrungen, insbesondere betreffs der Aphasie, und nicht minder die anatomischen Ergebnisse mittlerweile Anlass genug geboten

* Zur ersten Auflage der „Gesammelten Mittheilungen" geschrieben und November 1880 ausgegeben.

** Archives générales de Médecine, 1. ann. T. 2. 1823. p. 321. — Recherches expérim. sur les propriétés et les fonctions du système nerveux. Paris. 1. édit. 1824; 2. édit. 1842.

*** Mémoires présentés à l'Académie d. sc. par divers savans, T. 3. 1760. p. 352.

hatten, an Flourens' Lehre irrewerden zu lassen. Gewiss mit Recht hat man viele Schuld dem Missgeschicke zugeschrieben, dass bei den wiederholten, selbst elektrischen Reizungen des Grosshirns dieses immer und immer wieder durchaus unerregbar sich erwies. Aber noch mehr doch hat, wie ich meine, ein anderer Umstand dazu beigetragen, dass in dem langen Zeitraume, in welchem sonst überall die Physiologie so mächtig fortschritt, die Lehre vom Grosshirn so ganz stagnirte. Ausser der einen Methode der Reizung, welche versagt hatte, bot sich nur noch die zweite Methode der Exstirpation in der einen oder der anderen Form dar, und diese Methode erschien gar zu grob und gar zu aussichtslos gegenüber der Feinheit und der Verwickelung des zu prüfenden Gebildes; trotz Flourens' grundlegenden Versuchen und vielleicht eben wegen seiner eigenen weiteren Versuche wurde das „Hirnschneiden" oder „Hirnbohren" mehr als ein grausames, denn als ein wissenschaftliches Vorgehen angesehen. Dass wir heute gerade dieser Methode unsere so sehr vervollkommnete Kenntniss vom Grosshirn verdanken, liefert einen neuen schätzbaren Beleg, wie der Entwickelung der Wissenschaft die Bahnen sich nicht vorzeichnen lassen.

Erst im Jahre 1870 wurde durch die Untersuchung von Fritsch und Hitzig* der Bann, unter welchem das Grosshirn so lange sich befunden hatte, gelöst. Entgegen den früheren Angaben wiesen Fritsch und Hitzig nach, dass auf elektrische Reizung gewisser Stellen an einer vorderen Partie der Convexität des Grosshirns bestimmte combinirte Muskelcontractionen der gegenüberliegenden Körperhälfte erfolgen. Und da hier auf die Reizung der verschiedenen Rindenstellen verschiedene Muskelgruppen in Thätigkeit traten, da ferner durch die Reizung der übrigen Convexität keine Muskelbewegung herbeigeführt wurde, und da endlich auch nach Exstirpation einer jener Rindenstellen gewisse Bewegungsstörungen an demjenigen Körpertheile zu beobachten waren, dessen Muskeln auf Reizung derselben Rindenstelle in Bewegung gerathen waren, so schlossen Fritsch und Hitzig: dass Flourens' Meinung irrig, und dass „sicher einzelne seelische Functionen, wahrscheinlich alle, zu ihrem Eintritt in die Materie oder zur Entstehung aus derselben auf circumscripte Centra der Grosshirnrinde angewiesen sind".

Dieser bahnbrechenden Untersuchung reihten sich dann in rascher Folge zahlreiche weitere Bestrebungen an, und als ich im Jahre 1876 an die Untersuchung des Grosshirns herantrat, hatte das neuentstandene physiologische Gebiet bereits eine grosse Litteratur aufzuweisen. Aber zu durchgreifenden Erfolgen hatten alle die vielen Untersuchungen doch so wenig geführt, dass selbst die functionelle Ungleichwerthigkeit der ver-

---

* Ueber die elektrische Erregbarkeit des Grosshirns. Reichert's u. du Bois-Reymond's Arch. 1870. S. 300.

schiedenen Theile der Grosshirnrinde noch durchaus bestritten war, geschweige denn dass die Functionen ebendieser Theile sichergestellt gewesen wären. Im grossen und ganzen war der Stand der Dinge damals folgender.

Allgemein anerkannt war, dass auf elektrische Reizung, wenn der Angriff innerhalb einer gewissen Strecke an der Convexität des Grosshirns erfolgt, Bewegungen eintreten und zwar bestimmte, verschiedenen Stellen jener Strecke entsprechend verschiedene Bewegungen, dass dagegen jede Bewegung ausbleibt, wenn ein anderer Theil der Convexität von der Reizung betroffen ist. Die reizbaren Stellen der Grosshirn-Oberfläche und die Reizerfolge waren bei einer ganzen Anzahl von Thierspecies untersucht. Auch war der Einfluss verschiedener Umstände, wie des Aethers, des Morphiums, des Curare, der Apnoe, der Verblutung u. s. w. auf die Reizbarkeit verfolgt, und es war ermittelt*, dass diese Reizbarkeit im frühesten Lebensalter fehlt und mit der Zeit erst sich einstellt. Woher der Reizerfolg rührt, ob von der Erregung der grauen Rinde selbst oder von der Erregung der darunter befindlichen weissen Substanz, war nicht entschieden. Schliesslich war darüber alles einig, dass die Reizversuche für sich allein es nicht sicher zu beweisen vermögen, dass motorische oder psychomotorische Functionen in dem der reizbaren Strecke zugehörigen Abschnitte der Grosshirnrinde ihren Sitz haben, dass vielmehr für einen solchen Beweis wesentlich die Erfolge der Exstirpationsversuche als mit massgebend oder sogar als entscheidend anzuerkennen seien.

Die Versuche mit beschränkter Exstirpation der Rinde oder auch der Rinde und der benachbarten weissen Substanz innerhalb der reizbaren Strecke der Grosshirn-Oberfläche hatten indess die erwartete Entscheidung nicht geliefert.

Es waren nicht eigentliche Lähmungen (Paralysen), welche als Folgen der Exstirpationen zur Beobachtung kamen, sondern Störungen der Art, dass z. B. das betroffene Bein ausrutschte, sich beliebig verschieben liess, beim Gehen falsch aufgesetzt wurde u. dgl. m. Darin hatte Hitzig** eigenthümliche Motilitätsstörungen, Störungen des Muskelbewusstseins, Unfähigkeit sich vollkommene Vorstellungen über den Körpertheil zu bilden, gesehen und die motorische Function der reizbaren Rindenstrecke damit erwiesen geglaubt; ja, unter denen, welche ihm folgten, hatten sogar Carville und Duret die Störungen, welche ihnen als „un manque de spontanéité et de direction dans le mouvement partiel“ erschienen, geradezu als eine eigenartige Paralyse aufgefasst, welcher sie den Namen

---

* Soltmann, Jahrb. f. Kinderheilkunde, N. F. Bd. 9. 1875. S. 106.

** Untersuchungen über das Gehirn. Berlin 1874. — Reichert's u. du Bois-Reymond's Arch. 1874. S. 392.

„paralysie de la motricité volontaire corticale" gaben*. Allein auf der anderen Seite waren dieselben Störungen mehrfach als Sensibilitätsstörungen angesprochen worden, so von Nothnagel** als Störungen des Muskelsinnes, von Schiff*** als Störungen der Hautsensibilität, welche er zuerst bei diesen Thieren geschädigt gefunden hatte; und auf grund dessen war die motorische Function der reizbaren Rindenstrecke durchaus in Abrede gestellt worden.

Dazu kam noch als erschwerender Umstand, dass die durch die Exstirpationen gesetzten Störungen, wie es Nothnagel zuerst bemerkt hatte, mit der Zeit sich wieder ausglichen, manchmal schon in einem oder wenigen Tagen, manchmal erst in längerer Zeit. Infolgedessen hatten die Vertreter der Localisation der Functionen in der Grosshirnrinde nach dem Ersatze für die verlorene Rindenpartie zu suchen gehabt; und wenn auch Carville und Duret einen beliebigen Rindenabschnitt derselben Hemisphäre, Soltmann den symmetrischen Abschnitt der zweiten Hemisphäre dafür in Anspruch genommen hatten, so war doch zur selben Zeit schon von jeder der beiden Parteien die Annahme der anderen widerlegt. Hitzig selber auch hatte hier bloss auf verschiedene Möglichkeiten hinzuweisen vermocht, wie eine solche Restitution trotz der Ungleichwerthigkeit der verschiedenen Rindenabschnitte denkbar wäre. Nichts thatsächliches stand daher entgegen dem Schlusse, welchen Nothnagel, Hermann† u. A. aus der Restitution gezogen hatten, dass eine strenge Localisation der geistigen Functionen auf bestimmte Centren der Grosshirnrinde nicht vorhanden oder wenigstens noch nicht nachgewiesen wäre.

Noch schlimmer stand es um die Ergebnisse derjenigen Untersuchungen, bei welchen ausserhalb des Bereiches der reizbaren Strecke der Grosshirn-Oberfläche oder doch über diesen Bereich hinausgehend Rindenexstirpationen vorgenommen worden waren.

Allerdings hatte Ferrier†† eine Fülle der wichtigsten Ermittelungen gemeldet. Für jeden Abschnitt der Grosshirnrinde des Affen hatte er dessen besondere Functionen anzuzeigen vermocht. Im Gyrus angularis hatte er das Sehcentrum, dicht darunter im Gyrus temporo-sphenoidalis superior das Hörcentrum, in der tieferen Partie des Schläfenlappens das Centrum des Geschmacks und (im Uncus†††) das Centrum des Geruchs, im Gyrus hippocampi††† und Hippocampus major das Tastcentrum, in der

---

* Arch. de Physiologie. 2. sér. T. 2. 1875. p. 352.

** Virchow's Arch. Bd. 57. 1873. S. 184.

*** Lezione sopra il systema nervoso encephalico. Firenze 1874. p. 529. — Arch. f. experimentelle Pathologie. Bd. 3. 1875. S. 171.

† Pflüger's Arch. Bd. 10. 1875. S. 77.

†† Proceed. of the R. Soc. of London, Vol. 22. p. 229 (1874); Vol. 23. p. 431 (1875). — Philos. Transact. of the R. Soc. of London, Vol. 165. 1875. Part II. p. 433.

††† Ich wende immer die bei uns gebräuchlichen Benennungen an, durch welche

Umgebung der Fissura Rolandi die Centren der willkürlichen Bewegung, in den Hinterhauptslappen das Hungercentrum (Centrum für die Visceralgefühle) gefunden; die Abtragung der Frontalregionen endlich hatte er deutlich die Intelligenz schädigen sehen und die Fähigkeit aufzumerken. Sehcentrum, Hörcentrum, Geschmackscentrum und die motorischen Centren standen zu der entgegengesetzten, das Geruchscentrum aber zu derselben Körperhälfte in Beziehung. Die Lähmungen nach Zerstörung motorischer Centren waren andauernd: dagegen war die einseitige Blindheit nach Zerstörung eines Gyrus angularis, so lange der gleichnamige Gyrus der anderen Seite noch unversehrt war, nur vorübergehend und verlor sich äusserst rasch, und erst durch Zerstörung beider Gyri angulares trat beiderseitige Blindheit für die Dauer ein. Alles dies hatten dem beispiellos glücklichen Experimentator 24, sage vierundzwanzig Exstirpationsversuche an 21 Affen ergeben*. Aber gerade so wie Ferrier selber nicht der mindeste Zweifel an seinen Ermittelungen geblieben war, gerade so konnte, wer seine Versuche musterte, auch nicht den mindesten Glauben allen jenen Ergebnissen beimessen. Nur ein einziges Mal war es bei Ferrier's Versuchen zur Verheilung der Wunde gekommen; sonst hatten die Thiere bloss einige Stunden oder höchstens einige Tage die Operation überlebt, und dann hatten sie noch sehr bald nach der Operation sich in der übelsten Verfassung befunden, da gewöhnlich in 24—36 Stunden, öfters aber schon viel früher Prostration, Krämpfe, Coma eingetreten waren. Auch war von einer eigentlichen Untersuchung, von einer Controlirung der Resultate, ja selbst nur von einer sorgsamen Prüfung der Thiere gar keine Rede gewesen: roh war operirt, roh beobachtet, roh geschlossen. Ganz willkürlich waren vielfach die Folgen der Operationen aufgefasst, indem weder Blindheit, noch Taubheit, noch Unfähigkeit zu schmecken oder zu riechen u. s. w. wirklich aus den Beobachtungen hervorging; und ebenso willkürlich waren die Folgen der Exstirpation von den Folgen der Nebenverletzungen, der Erschöpfung, der Entzündung getrennt. So stellten sich die Versuche als nichts anderes dar, denn als schlecht zurechtgemachte Belege vorgefasster Meinungen: weil Ferrier bei seinen Reizversuchen Bewegungen an den Augen, den Ohren, der Nase u. s. w., welche auf die Reizung gewisser Abschnitte der Grosshirnrinde eingetreten waren, für Erscheinungen der Reizung von

auch in der Obersteiner'schen Uebersetzung (Braunschweig 1879) von Ferrier's „The functions of the brain" (London 1876) die englischen Benennungen ersetzt sind.

* 5 Versuche betrafen die Hinterhauptslappen, 4 die Gyri angulares, 3 die motorischen Gyri, 4 die Stirnlappen, 3 die Hippocampalregion, endlich 5 die Schläfenlappen. — Die Mittheilung enthält noch einen Versuch an den Thalami optici, der, im Verein mit einer gelegentlichen Wahrnehmung bei einem der anderen Versuche, Ferrier auch die Functionen der Thalami optici entschleiert hat. Dieser Versuch bleibt hier ausser Betracht.

Sinnescentren genommen hatte, mussten die Exstirpationen ebendieser Abschnitte Blindheit, bezw. Taubheit u. s. w. mit sich bringen; weil das die althergebrachte und anscheinend gut begründete Meinung war, mussten die Stirnlappen als Sitz der Intelligenz sich herausstellen; und dgl. mehr. Durchaus entsprechend ihrem Werthe hatten darum die Ferrier'schen Versuche in dem schwebenden Streite, bei Freund wie Feind der Localisation, gar keine Beachtung weiter gefunden.

Etwa gleichzeitig mit Ferrier hatte dann auch Hitzig hier angegriffen, doch war er nicht so glücklich wie früher gewesen. Er hatte im Juli 1874 folgendes veröffentlicht*: „Man kann durch Abtragungen im Bereiche des Hinterlappens (Gyri n. o. Fig. 3 meines Buches „„Untersuchungen über das Gehirn““) Blindheit des gegenüberliegenden Auges und paralytische Dilatation der entsprechenden Pupille hervorbringen. Die Erscheinungen der halbseitigen Blindheit sind so charakteristisch, dass ein Irrthum darüber unmöglich ist. Andererseits entstehen bei dieser Methode leicht Nebenverletzungen, deren Einfluss ich noch nicht hinreichend habe feststellen können. Jedoch wird die Annahme, dass es sich hierbei um die Grosshirnhemisphäre selbst handelt, durch die Beobachtung unterstützt, dass Reizung der gleichen Stelle eine starke und anhaltende Verengerung der Pupille nach sich zieht.“ Da aber hier die Nebenverletzungen sogar das noch in Frage stellten, ob es sich um die Grosshirnhemisphäre selbst bei der Blindheit handelte, so war ein sicherer Nachweis, wie er zu erstreben war, dass die Exstirpation einer bestimmten und zwar nicht motorischen Rindenpartie Blindheit zur Folge hat, natürlich nicht erzielt. Und noch mehr an Werth verringert war die Mittheilung dadurch, dass einige Monate später Hitzig selber weiter angegeben hatte**, dass grössere Verletzungen des Hinterhirns dieselbe Störung — den von ihm so genannten „Defect der Willensenergie“, d. h. einen Mangel des Widerstandes gegen passive Bewegungen der Extremitäten — nach sich zögen, wie gewisse Verletzungen des Vorderhirns.

Endlich war Goltz*** durch ausgedehnte Zerstörungen der Grosshirnrinde, welche er in grosser Zahl vorgenommen hatte, wiederum zu ganz anderen Ergebnissen gelangt. Gleichviel wo die Rinde zerstört war, ob vorn oder hinten[1], stets waren dieselben Störungen der Bewegung, der Empfindung und des Sehvermögens zur Beobachtung gekommen, nur um so hochgradiger, je ausgedehnter die Verletzung war; und der grössere Theil dieser Störungen war mit der Zeit wieder verschwunden, ein kleiner Theil war für immer zurückgeblieben. In diesen Erfahrungen hatte Goltz die Widerlegung der Flourens'schen Lehre gesehen, dass nach

---

* Centralbl. f. d. medicin. Wiss. 1874. S. 548.

** Reichert's u. du Bois-Reymond's Arch. 1874. S. 439.

*** Pflüger's Arch. Bd. 13. 1876; S. 1; Bd. 14. 1876—77. S. 412.

grossen Verstümmelungen des Grosshirns der erhaltene Rest desselben die Functionen des ganzen Grosshirns wiedergewinnen sollte[2]; zugleich aber hatte er die Erfahrungen unvereinbar gefunden mit der Auffassung, nach welcher die verschiedenen Abschnitte der Grosshirnrinde verschiedenen Verrichtungen dienen sollten[1]. Nur die bleibenden Störungen hatte er als Ausfallserscheinungen, als Folgen der Vernichtung der Grosshirnsubstanz gelten lassen; die vergänglichen Störungen dagegen hatte er als Hemmungserscheinungen aufgefasst, als bedingt durch eine Hemmung, welche von der verletzten Hirnstelle aus auf Nervenbahnen für niedere Centren herbeigeführt wird.

Das war die Sachlage, als ich, nach der Einrichtung des physiologischen Laboratoriums der hiesigen Thierärztlichen Hochschule im October 1876, endlich den längst gehegten Wunsch erfüllen konnte, selber an die schwebenden Grosshirn-Fragen mit dem Versuche heranzutreten. So grossen Eindruck auch im allgemeinen die jüngsten Veröffentlichungen von Goltz gemacht hatten, ich vermochte nicht zu glauben, dass, wo in den niederen Centralorganen die grösste Ordnung herrscht, in den oberen alle Fäden bunt durcheinandergewürfelt seien, und die Localisation der Functionen in der Grosshirnrinde war demgemäss für mich ein physiologisches Postulat. Wenn diese Localisation sich noch nicht streng hatte erweisen lassen, es konnte, meinte ich, nur daran liegen, dass die Exstirpationsversuche, welche den gewünschten Aufschluss geben mussten, in Bezug auf Ort und Grösse der Exstirpation noch nicht genügend variirt worden waren und besonders die nicht reizbare Partie der Grosshirnrinde, welche vielleicht die günstigere Einbruchsstelle abgab, ganz auffällig vernachlässigt war. Etliches Tasten belehrte mich auch bald, dass ich mich nicht getäuscht hatte; und indem ich mich im übrigen ganz vorurtheilslos von den Beobachtungen leiten liess und immer die einfachsten Annahmen für das Verständniss und die weiteren Versuche heranzog, sind die Untersuchungen entstanden, über welche die nachfolgenden Veröffentlichungen berichten.

Anmerkungen.

1) Goltz in Pflüger's Arch. Bd. 13. 1876. S. 9: „Wir werden sehen, dass der Grad der Störungen im Allgemeinen gleichen Schritt hält mit der Grösse des Substanzverlustes. Dagegen ist *der Ort des Substanzverlustes*, so weit bis jetzt meine Untersuchungen gediehen sind, von keinem entscheidenden Einfluss, d. h. *der Charakter der Störungen ist derselbe, ob nun das Trepanloch weiter nach vorn, z. B. am vorderen Rande der sogenannten erregbaren Zone von Hitzig angebracht ist, oder ob dasselbe weit hinten im Bereich des Hinterlappens angelegt wird.* In den nachfolgenden Mittheilungen darf ich deshalb eine ermüdend genaue Bezeichnung des Ortes der Verletzungen in der Regel unterlassen.“ Ebenda unter „Schlussfolgerungen“ S. 38: „Unvereinbar mit Hitzig's Auffassung scheint

mir ferner die Thatsache, dass das Ergebniss der einzelnen Akte der Hirn-Durchspülung einander so überaus ähnlich war. Mochten nun die Trepanlöcher vorn oder hinten angebracht sein, wenn nur eine erhebliche Masse Hirn, d. h. einige Gramm herausgespült wurde, so war der Gang der Störungen genau derselbe. *Thiere, bei welchen die Verletzung, wie die Section ergab, allein auf den Hinterlappen, also die unerregbare Zone beschränkt war, zeigten doch durchaus dieselben Erscheinungen wie solche, bei denen sie weit vorn im vordersten Abschnitt der erregbaren Zone stattgefunden hatte.*" Ferner Bd. 14. 1876—77. S. 439: „In der vorangehenden Darstellung meiner Versuche habe ich es unterlassen, genaue Angaben über die Grösse der Zerstörungen zu machen, die ich angerichtet hatte. Dies ist deshalb geschehen, weil ich mich bisher nicht habe davon überzeugen können, dass die Erscheinungen sich wesentlich geändert hätten, wenn in dem einen Fall diese oder jene Windung geschont wurde, die in dem andern herausgespült war. Die Abweichung der einzelnen Fälle von einander war nur eine quantitative und zwar waren die Störungen um so hochgradiger, je ausgedehnter die Verletzung war." Ebenda S. 440: „Ich wende mich jetzt zu der Frage, ob etwa die Ergebnisse meiner Versuche geeignet sind, derjenigen Hypothese als Stütze zu dienen, nach welcher die einzelnen Abschnitte der grauen Rinde verschiedenen Verrichtungen dienen sollten. So weit bis jetzt meine Erfahrungen reichen, kann ich mich nicht davon überzeugen, dass die Folgen von Verletzungen innerhalb des von mir in Angriff genommenen Gebietes je nach der Begrenzung des Substanzverlustes wesentliche Abweichungen dargeboten hätten. Die Erscheinungen, welche ich an meinen Hunden beobachtet habe, waren nur dem Grade nach verschieden, obwohl die Verletzung bei jedem gewisse räumliche Eigenthümlichkeiten zeigte."

[2] Bei nicht ganz grossen Verstümmelungen des Grosshirns sollte es anders sein, wie Goltz bei einer späteren Gelegenheit noch klarer hervortreten lässt, in Pflüger's Arch. Bd. 26. 1881. S. 30: „In der That *bieten die Hunde, denen man nur einen Quadraten, sei es vorn, sei es hinten abgeschält hat, fast gar keine Ausfallserscheinungen dar . . . Kurz für Thiere, die nur ein Viertel der von oben her sichtbaren Grosshirnrinde eingebüsst haben, gilt der alte Flourens'sche Satz.* Der Rest des Gehirnes scheint die Funktionen des zerstörten Abschnittes durch erhöhte Energie seiner Thätigkeit zu übernehmen, in so vollständiger Stellvertretung, dass wir für jetzt nicht im Stande sind, den doch wohl vorhandenen Bestand an Ausfallserscheinungen festzustellen."

Erste Mittheilung.

(Auszug aus einem in der Sitzung der Physiologischen Gesellschaft zu Berlin am 23. März 1877 gehaltenen Vortrage.)*

Die Localisation der Functionen in der Grosshirnrinde ist für den Vortragenden ein physiologisches Postulat, und er hat Versuche unternommen, die durch Fritsch und Hitzig[3] so glücklich angebahnte Kenntniss zu vervollkommnen. Obschon er die Untersuchung noch fortzuführen gedenkt, sieht er sich doch zu der folgenden Mittheilung veranlasst, um den jüngsten Veröffentlichungen von Goltz[4] möglichst bald entgegenzutreten. Goltz' Erfahrungen zeigen wohl im allgemeinen, dass nach erheblichen Verstümmelungen des Grosshirns gewisse bedeutsame Störungen für immer zurückbleiben, aber im besonderen lehren sie nichts und können auch nichts darüber lehren, ob und welche Leistungen den einzelnen Abtheilungen des Grosshirns zukommen. Hierfür war die Methode der Ausspülung der Gehirnmasse durch Brunnenwasser unbrauchbar. Denn ausser dass gewisse grosse Gehirnpartien geradezu fortgenommen wurden, mussten durch den Druck, der sogar häufig die Athmung und den Herzschlag zum Stillstande brachte und zu tagelanger Bewusstlosigkeit führte, wie nicht minder durch das den thierischen Theilen so schädliche Wasser auch noch andere Hirnpartien, und zwar in ganz unbestimmbarer Lage und Ausdehnung, für kürzere oder längere Zeit functionsunfähig werden. Indem so aber durch die Operation eine noch viel umfangreichere Zerstörung angerichtet wurde, als schon von vorneherein beabsichtigt war und durch die Section zur Feststellung kommen konnte[5], lässt es sich einerseits nur zu gut begreifen, wie Goltz, mochte er vorn oder hinten die Convexität angreifen, immer gleichartige und höchstens dem Grade nach verschiedene Störungen beobachtete, und ist es anderer-

* Verhandlungen der Physiologischen Gesellschaft zu Berlin, 1876/77. No. 16 (ausgegeben am 30. März 1877); Deutsche medic. Wochenschr. 3. Jahrg. No. 13 (31. März 1877); du Bois-Reymond's Arch. 1878. S. 599.

seits selbstverständlich, dass Goltz' Erfahrungen gegen die Localisation der Functionen in der Grosshirnrinde nicht zu verwerthen sind.

Der Vortragende hat sich auf die Untersuchung der Convexität des Scheitellappens, des Hinterhauptslappens und des Schläfenlappens des Hundehirns beschränkt und stets an mittelgrossen Thieren ungefähr kreisrunde Stücke der Grosshirnrinde von ca. 15mm Durchmesser und ca. 2mm Dicke exstirpirt, theils an einer Hemisphäre und später symmetrisch an der zweiten, theils symmetrisch an beiden Hemisphären zugleich. Den Exstirpationen am Scheitellappen hatten bekanntlich zuerst Fritsch und Hitzig Bewegungsstörungen folgen sehen; „durch Abtragungen im Bereiche des Hinterlappens" hatte Hitzig, und zwar, wie er glaubte, nicht durch Nebenverletzungen getäuscht, deren Einfluss er noch nicht hinreichend hatte feststellen können, „Blindheit des gegenüberliegenden Auges und paralytische Dilatation der entsprechenden Pupille" hervorgebracht[6]; nach grösseren Verletzungen des Hinterhirns endlich hatte Hitzig seinen sogenannten „Defect der Willensenergie", d. h. einen Mangel des Widerstandes gegen passive Bewegungen der Extremitäten, beobachtet[7]. Die Ergebnisse des Vortragenden waren folgende:

Denkt man sich eine Linie von dem Endpunkte der Fissura Sylvii vertical gegen die Falx gezogen, so giebt diese Linie ungefähr die Grenze ab von zwei scharf getrennten Sphären des untersuchten Grosshirnrinden-Abschnittes — einer vorderen motorischen und einer hinteren sensoriellen Sphäre. Exstirpationen vor der Linie bedingen immer Bewegungsstörungen, Exstirpationen hinter der Linie haben nie, auch nicht spurweise, Bewegungsstörungen zur Folge. Ebenso ziehen den sogenannten „Defect der Willensenergie" nur Exstirpationen vor der Linie nach sich, nicht Exstirpationen hinter der Linie. Im Bereiche der sensoriellen Sphäre wird regelmässig volle Seelenblindheit — ohne jede Veränderung der Pupille — erzeugt, wenn die Exstirpation den Hinterhauptslappen nahe seiner hinteren oberen Spitze trifft (Stelle A_1)[8]; volle Seelentaubheit, wenn die Exstirpation den Schläfenlappen nahe seiner unteren Spitze angreift (Stelle B_1): das Thier hat im ersteren Falle die Erinnerungsbilder der Gesichtsempfindungen, im letzteren Falle die Erinnerungsbilder der Gehörsempfindungen verloren. Nach Exstirpation vor der Stelle A_1 oder unterhalb der Stelle A_1, zwischen dieser und der Stelle B_1, haben sich gar keine Veränderungen an den operirten Thieren wahrnehmen lassen.

Die beiderseitige Exstirpation der Stelle B_1 — die einseitige Exstirpation führt hier nicht zu sicheren Beobachtungen — ist eine so eingreifende Operation, dass derartig verletzte Thiere noch nicht länger als 15 Tage am Leben erhalten worden sind. Innerhalb dieser Zeit hat nur eine spurweise Restitution der Gehörswahrnehmung constatirt werden können. Dagegen hat der Vortragende die Bewegungsstörungen sowohl wie die Seelenblindheit ganz allmählich innerhalb 4—6 Wochen, und

zwar stets vollständig, bis auf die letzte Spur, sich verlieren sehen, so dass die operirten Thiere schliesslich sich in nichts mehr von normalen Thieren unterschieden. Die genaue Beobachtung besonders der auf beiden Seiten zugleich operirten Thiere ergab, dass die Thiere von neuem sehen lernten, gerade so wie in der frühesten Jugend.

Danach hält der Vortragende dafür, dass die Grosshirnrinde wirklich, so undenkbar und so wenig einer ernsthaften Behandlung werth auch Goltz eine solche Anschauung erscheint, doch „in verschwenderischem Ueberschuss" angelegt ist, und es kann nach seiner Meinung auch schon deshalb gar nicht anders sein, weil immer neue Vorstellungen, neue Erinnerungsbilder gewonnen werden können. Dass die Grosshirnrinde erst in der Jugend mit Erinnerungsbildern besetzt wird, hat Soltmann's schöne Untersuchung gezeigt[9]. Nun ist es aber nicht anzunehmen, dass gerade die Stelle A_1 die ganze Sehsphäre, die Stelle B_1 die ganze Hörsphäre repräsentirt. Vielmehr glaubt der Vortragende, dass sowohl die Seh- wie die Hörsphäre der Grosshirnrinde ausgedehnter sind, dass in dieser Seh-, bezw. Hörsphäre die Erinnerungsbilder in der Reihenfolge etwa, wie die Wahrnehmungen dem Bewusstsein zuströmen, gewissermassen von einem centralen Punkte aus in immer grösserem Umkreise deponirt werden, und dass nach Exstirpation der zur Zeit alle oder die meisten Erinnerungsbilder beherbergenden Stelle A_1, bezw. B_1 der Rest der Seh-, bezw. Hörsphäre in der Umgebung von A_1, bezw. B_1 mit neuen Erinnerungsbildern besetzt wird. Weder ein beliebiger Abschnitt derselben Hemisphäre, noch der symmetrische Abschnitt der anderen Hemisphäre, noch endlich auch bereits besetzte und mit anderen, nur gleichartigen Functionen betraute Nachbarpartien würden also den Ersatz der verlorenen Grosshirnrindenstelle übernehmen, sondern bis dahin unbesetzte Partien der vom Verluste betroffenen motorischen, bezw. Seh- oder Hörsphäre. Die experimentelle Prüfung dieser Vorstellung durch nachfolgende Exstirpationen der Stellen vor und unterhalb A_1 hat der Vortragende bereits begonnen, doch sind die schwierigen Versuche bisher noch nicht gelungen.

Offenbar hat Goltz infolge der grossen Ausdehnung seiner Zerstörungen der Grosshirnrinde immer die Bewegungs- mit den Sehstörungen verbunden gesehen und, weil zu wenig von der Sehsphäre oder motorischen Sphäre erhalten geblieben war, nie eine völlige Restitution beobachtet; die Hörstörungen sind ihm vermuthlich deshalb entgangen, weil er die Grosshirnrinde nicht tief genug angegriffen und auch nicht an beiden Hemisphären gleichzeitig operirt hat. Seine Annahme, dass durch den Reizungszustand Hemmungsvorgänge von der Grosshirnwunde aus gesetzt seien, welche durch Lähmung gewisser in dem Kleinhirn und seinen Verbindungen gelegenen Centren alle die Störungen veranlassen, welche nicht bleibender Natur sind, ist unzulässig. Nicht bloss sprechen

gegen sie die schon von Hitzig[10] vorgebrachten Gründe, sondern es widerlegt sie auch geradezu die Erfahrung. Häufig ist die entzündliche Reaction, welche am 2.—3. Tage nach der Operation eintritt, nur gering und bedingt keine besonderen Erscheinungen. Hin und wieder aber, wenn sie stärker ist, tritt z. B. nach Exstirpation der Stelle vor A_1, an dem bis dahin vom normalen gar nicht abweichenden Thiere nunmehr eine rasch zunehmende Seelenblindheit ein, die nach 1—2 Tagen wieder ganz verschwunden ist. Ist die Reaction noch stärker, dann gesellen sich zur Seelenblindheit in wachsender Stärke auch Bewegungsstörungen hinzu, die aber gleichfalls ebenso rasch wie sie entstanden sind, sich wieder zurückbilden. Das thut klar dar, was allein der Reizungszustand der Hirnwunde nach sich zieht: mit der zuerst um sich greifenden und dann sich zurückbildenden Entzündung eine rasch vorübergehende Functionsstörung in der Umgebung der exstirpirten Partie.

Auch am Pferde hat der Vortragende durch die Exstirpation kreisrunder Stellen der Grosshirnrinde von ca. 20mm Durchmesser und 2mm Dicke das eine Mal, wo er nahe der hinteren oberen Spitze des Hinterhauptslappens operirte, Seelenblindheit, das andere Mal, wo eine Stelle des Scheitellappens angegriffen wurde, Bewegungsstörungen des Vorderbeines, beidemal an der entgegengesetzten Körperhälfte herbeigeführt. Die hier stets eintretenden heftigen Entzündungen haben ihn aber von weiteren Versuchen am Pferde abstehen lassen und um so eher, als die Pferde für die Beobachtung durchaus keine Vorzüge vor den Hunden darboten.

Nachtrag*. An der Grosshirnrinde des Affen will Ferrier[11] im Gyrus angularis das Sehcentrum, dicht darunter im Gyrus temporo-sphenoidalis superior das Hörcentrum, in der tieferen Partie des Schläfenlappens die Centren des Geruchs und des Geschmacks, im Gyrus hippocampi (und Hippocampus major) das Tastcentrum, endlich in den Hinterhauptslappen das Hungercentrum gefunden haben. Indess lehrt die einfache Durchsicht von Ferrier's Versuchen, dass überall die Prüfungen der operirten Thiere in ganz unzureichender Weise vorgenommen worden sind und vielfach die allgemeine Depression der Hirnfunctionen, welche beträchtlicheren Grosshirnverletzungen in der Regel nachfolgt, Täuschungen veranlasst hat. Die angeführten Aufstellungen Ferrier's unterscheiden sich deshalb in nichts von einer ganz willkürlichen Construction, und ebenso werthlos sind Ferrier's weitere Angaben über den zeitweiligen oder dauernden Charakter der durch die Operation gesetzten Störungen, wie über den functionellen Ersatz der Rindenpartie der einen

---

* Verhandlungen der Physiologischen Gesellschaft zu Berlin, 1876/77. No. 17 (ausgegeben am 13. April 1877); Deutsche medic. Wochenschr. 3. Jahrg. No. 15 (14. April 1877); du Bois-Reymond's Arch. 1878. S. 602.

Hemisphäre durch die gleichwerthige Partie der anderen Hemisphäre. Gerade auf grund von Ferrier's Versuchen glaubt übrigens der Vortragende annehmen zu dürfen, dass die Seh- und die Hörsphäre auch beim Affen dort in dem Hinterhaupts-, bezw. Schläfenlappen gelegen sind, wo er sie beim Hunde gefunden hat.[12]

Anmerkungen.

[3] S. o. S. 2.

[4] S. o. S. 6.

∨ [5] Diese Mängel seiner Ausspülungsmethode hat Goltz später (Pflüger's Arch. Bd. 26. 1881. S. 2) selber angegeben, und er hat dann für die weiteren Verstümmelungen einen Hirnschnäpper oder einen Bohrer mit der White'schen Bohrmaschine, schliesslich (ebenda, Bd. 34. 1884. S. 453, 487) einen Scheerenbohrer oder das Messer benutzt.

[6] S. o. S. 6. Der Vollständigkeit wegen mag auch noch wörtlich angeführt sein, was Hitzig in du Bois-Reymond's Arch. 1876 (die Abhandlung ist mir durch die Güte des Verfassers am 22. Februar 1877 vor der Ausgabe des betr. Heftes zugegangen) hierhergehöriges sagt: Einem Hunde wurden „zwei Kronen von 11 ^{mm} mit einer stehenbleibenden intermediären Knochenbrücke über Hinter- und Schläfenlappen rechterseits aufgesetzt, und sowohl die freiliegende Substanz, als die unter der Brücke liegenden Partien auf mindestens 4 ^{mm} Tiefe gänzlich entfernt. Der lange Durchmesser der Hirnwunde betrug ca. 30 ^{mm} . . . Der Hund wurde auf dem linken Auge blind . . ." (S. 697). „Hunde, die in Folge einer grossen Läsion des Hinterlappens blind geworden sind, . . stossen mit der Schnauze statt mit der Pfote an diejenigen Dinge an, welche sie nicht sehen, und treten nicht in's Leere, sondern orientiren sich mit dem gesunden Auge" (S. 702).

[7] S. o. S. 6. — du Bois-Reymond's Arch. 1876. S. 696.

[8] Die zwei Stellen waren ursprünglich in meinen beiden ersten Mittheilungen als A u. B unterschieden. Da ich aber in der dritten Mittheilung mit Bezug auf die dort gegebene Abbildung dieselben Stellen als A_1 u. B_1 bezeichnet und diese Bezeichnungen auch in der Folge überall beibehalten habe, so sind hier bei der Sammlung der Mittheilungen die Benennungen A_1 und B_1 von Anfang an eingeführt worden.

[9] S. o. S. 3. ∨ (Die Soltmann'schen Angaben sind seitdem mehrfach bestritten und wiederum mehrfach bestätigt worden.)

[10] du Bois-Reymond's Arch. 1876. S. 708.

[11] S. o. S. 4.

[12] Den Anlass zu diesem Nachtrage gab mir die Discussion, welche sich an meinen Vortrag in der Physiologischen Gesellschaft knüpfte, da eine Frage mich belehrte, wie Ferrier's Aufstellungen diejenigen, welche seine Untersuchung nur aus Referaten kannten, völlig irrezuleiten imstande waren. Ich gab mich der Hoffnung hin, dass, wer fernerhin für die Sache sich interessirte, nach solcher Kritik die Untersuchung von Ferrier im Originale einsehen würde. Indess habe ich in dieser Hoffnung mich getäuscht, und höchstens Ferrier's „Functions of the brain", ein Buch, in welchem der Verfasser die Haltlosigkeit seiner Aufstellungen vielfach geschickt verdeckt hat, ist bisher die Quelle der meisten geblieben, welche mit der Grosshirn-Physiologie sich beschäftigt oder dieselbe für pathologische Zwecke verwerthet haben. Unter diesen Umständen ∨ habe ich in der ersten Auflage 1881 — durch den Abdruck der besten Versuche Ferrier's, seiner Versuche VII—X über den Gyrus angularis des Affen (Phil. Tr. p. 445—51), und seines entsprechenden Versuches an einer Katze

(Funct. of the brain, p. 170; Uebersetzung S. 185) — an einer Probe die Berechtigung meiner Kritik nachweisen zu sollen geglaubt. Bei der jetzigen. wesentlich veränderten Sachlage darf ich jenen Abdruck unterlassen und mich mit der Anführung dessen begnügen, was E. A. Schäfer neuerdings (Brain, Vol. 11. 1888. p. 153) gesagt hat, als Ferrier nochmals auf seine Versuche in den Phil. Tr. 1875, sich berufen hatte: „Ich kann nur Erstaunen darüber ausdrücken, dass selbst ihr Autor noch die mindeste Bedeutung den Versuchen über die Specialsinne zuschreiben sollte, welche in jener Abhandlung mitgetheilt sind. Meines Wissens ist nicht ein einziger Physiologe, der sie wiederholt hat, imstande gewesen, Ferrier's Resultate zu bestätigen oder die Schlüsse zu acceptiren, welche er aus ihnen zu ziehen sich veranlasst sah. Welcher wissenschaftliche Werth lässt sich Berichten über das anscheinende Fehlen gewisser Sinneswahrnehmungen beimessen bei Thieren, welche kaum von der Betäubung durch ein Anaestheticum sich erholt haben, oder bei welchen lebhafte entzündliche Processe in der Hirnsubstanz statthaben? Das Gefährliche, aus derartigen Versuchen Schlüsse zu ziehen, liegt auf der Hand und findet die beste Erläuterung durch die Thatsache, dass ihr Autor es angemessen gefunden hat, in gewissen Fällen sich auf ihre Rohheit zu verlassen (to rely upon their crudity) und stillschweigend Behauptungen aufzugeben, welche er im Vertrauen auf ihre Resultate mit Bedacht aufgestellt hatte (z. B. die Localisation der Essbegierde in den Hinterhauptslappen: Funct. of the brain, 1st edit. 1876. p. 153)." Die zweite Auflage von Ferrier's Functions etc. ist 1886 erschienen.

Zweite Mittheilung.

(Nach einem in der Sitzung der Physiologischen Gesellschaft zu Berlin am 27. Juli 1877 gehaltenen Vortrage.)*

Vor einigen Monaten habe ich der Physiologischen Gesellschaft eine erste Mittheilung gemacht von einer Untersuchung, welche die Erweiterung unserer Kenntniss von den Functionen der Grosshirnrinde bezweckte.

Mittelgrossen Hunden hatte ich an der Convexität des Scheitellappens, des Hinterhauptslappens und des Schläfenlappens ungefähr kreisrunde Stücke der Grosshirnrinde von ca. 15^{mm} Durchmesser und ca. 2^{mm} Dicke exstirpirt, theils an einer Hemisphäre und später symmetrisch an der zweiten, theils symmetrisch an beiden Hemisphären zugleich. Es hatte sich ergeben, dass der untersuchte Grosshirnrindenabschnitt eine vordere rein motorische und eine hintere rein sensorielle Sphäre enthält, deren Grenze etwa durch eine Linie gegeben ist, welche man vom Endpunkte der Fissura Sylvii vertical gegen die Falx gezogen denkt. Exstirpationen vor dieser Linie bedingen immer Bewegungsstörungen, wie sie zuerst Fritsch und Hitzig sahen, Exstirpationen hinter dieser Linie haben nie, auch nicht spurweise, Bewegungsstörungen zur Folge. Dafür wird im Bereiche der hinteren, sensoriellen Sphäre regelmässig Seelenblindheit erzeugt, wenn die Exstirpation den Hinterhauptslappen nahe seiner hinteren oberen Spitze trifft (Stelle A_1); Seelentaubheit, wenn die Exstirpation den Schläfenlappen nahe seiner unteren Spitze angreift (Stelle B_1): das Thier hat im ersteren Falle die Erinnerungsbilder der Gesichtsempfindungen, im letzteren Falle die Erinnerungsbilder der Gehörsempfindungen verloren. Nach Exstirpation vor der Stelle A_1 oder unterhalb der Stelle A_1, zwischen dieser und der Stelle B_1, hatten sich gar keine Veränderungen an den operirten Thieren wahrnehmen lassen.

Es hatte sich ferner gezeigt, dass die Bewegungsstörungen sowohl wie die Seelenblindheit ganz allmählich innerhalb 4—6 Wochen, und zwar stets vollständig, bis auf die letzte Spur, sich verloren, so dass

---

* Berliner klin. Wochenschr. 14. Jahrg. No. 35 (27. August 1877).

die operirten Thiere sich in nichts mehr von normalen Thieren unterschieden. An den seelenblinden Thieren hatte sich dabei auf das genaueste verfolgen lassen, wie die Thiere von neuem sehen lernten, gerade so wie in der frühesten Jugend. Dies hatte zu der Vorstellung geführt, dass sowohl die Seh- wie die Hörsphäre der Grosshirnrinde weit über den Hinterhaupts-, bezw. Schläfenlappen ausgedehnt sind, dass in dieser Seh-, bezw. Hörsphäre die Erinnerungsbilder in der Reihenfolge etwa, wie die Wahrnehmungen dem Bewusstsein zuströmen, gewissermassen von einem centralen Punkte aus in immer grösserem Umkreise deponirt werden, und dass nach Exstirpation der zur Zeit alle oder die meisten Erinnerungsbilder beherbergenden Stelle A_1, bezw. B_1 der Rest der Seh-, bezw. Hörsphäre in der Umgebung von A_1, bezw. B_1 mit neuen Erinnerungsbildern besetzt wird.

Ich bin jetzt imstande, weitere bemerkenswerthe Ergebnisse mitzutheilen, indem ich über die Fortsetzung der Untersuchung berichte.

So sehr auch das Grosshirn unabhängig von den peripherischen Nerven sich entwickelt, so war doch nicht anzunehmen, dass der völlige Ausfall der Gesichts- oder Gehörsempfindungen ohne allen Einfluss sein würde auf die Ausbildung der Grosshirnrinde. Wiederholt wurde deshalb mit Hunden desselben Wurfes so verfahren, dass am 4.—6. Tage nach der Geburt einem Drittel das Auge und einem zweiten Drittel das Ohr theils ein-, theils beiderseitig zerstört wurde, während das letzte Drittel unversehrt blieb. Nur wenige der verstümmelten Hunde blieben im ganzen in ihrem Wachsthum zurück, die meisten entwickelten sich ebensogut oder sogar noch etwas besser als die normalen Hunde. Als nach Ablauf von 8—14 Wochen die gleich entwickelten unversehrten und verstümmelten Hunde desselben Wurfes getödtet wurden, lehrte die Section, dass wirklich bei den geblendeten Hunden der früher als Sehsphäre erkannte Hinterhauptslappen, bei den tauben (taubstummen[13]) Hunden der früher als Hörsphäre erkannte Schläfenlappen des Grosshirns in der Ausbildung gegen die Norm zurückstand. Dafür war, offenbar compensatorisch, bei den blinden Hunden der Schläfenlappen, bei den tauben Hunden der Hinterhauptslappen über die Norm ausgebildet, so dass das Volumen der Hemisphäre nicht beträchtlich verkleinert war. Besonders auffällig bei dem Vergleiche der blinden mit den tauben Hunden zeigte sich an den blinden Hunden der Schläfenlappen gegen die Falx, an den tauben Hunden der Hinterhauptslappen gegen die Schläfe vorgeschoben. Wenn v. Gudden[14] bei seinen ähnlichen Blendungsversuchen keine Rückwirkung auf das Grosshirn hat constatiren können, so wird der Misserfolg nur daraus sich erklären lassen, dass seine Versuche fast ausschliesslich an Kaninchen und Tauben und besonders immer vereinzelt, ohne die Beschaffung des nöthigen Vergleichsmateriales, angestellt waren.[15]

Die Erfolge der fortgesetzten Exstirpationsversuche betreffend glaube ich zunächst hervorheben zu müssen, dass auch bei allen weiteren Versuchen ohne jede Ausnahme die Eingriffe am Hinterhauptslappen (Stelle A_1) ausschliesslich Seelenblindheit, am Schläfenlappen (Stelle B_1) ausschliesslich Seelentaubheit, am Scheitellappen ausschliesslich Bewegungsstörungen nach sich zogen. Wie aber nicht bloss die Sehfunction, die Hörfunction u. s. w. im grossen und ganzen in der Grosshirnrinde localisirt sind, sondern auch die einzelnen Erinnerungsbilder ihren bestimmten Sitz in der Grosshirnrinde haben, hat sich neuerdings sehr schön in zwei Versuchen gezeigt, bei welchen nach Exstirpation der Stelle A_1, unter Verlust aller anderen Erinnerungsbilder der Gesichtsempfindungen, ein einzelnes solches Erinnerungsbild unversehrt erhalten gefunden wurde: in dem einen Falle das Bild des Eimers, aus welchem der Hund zu trinken gewohnt war, in dem anderen Falle das der Handbewegung, auf welche die Pfote zu reichen der Hund vor der Operation eingeübt worden war. Nach Exstirpation vor der Stelle A_1 oder unterhalb der Stelle A_1 haben sich meist auch bei den neueren Versuchen gar keine Veränderungen an den operirten Thieren wahrnehmen lassen; manchmal aber war eine leichte Sehstörung der Art, und zwar bloss der Art zu erkennen, dass der Hund geworfenen Fleischstücken mit dem Auge der unversehrten Seite weniger gut zu folgen imstande war, als mit dem Auge der operirten Seite.

Indem die Verletzung des Sinus longitudinalis keine üblen Folgen und keine Verwickelungen mit sich bringt, hat sich auch die Grosshirnrinde an der inneren Seite der Hemisphäre der Prüfung unterziehen lassen. Es haben hier die Exstirpationen am Hinterhauptslappen dieselben Ergebnisse geliefert, wie die Exstirpationen vor oder unterhalb der Stelle A_1.

Die Wiederkehr der Gehörswahrnehmungen zu beobachten, war früher nicht geglückt, und ich habe mich auch neuerdings lange vergebens darum bemüht. Da sich kein Mittel fand, einseitige Hörstörungen mit ausreichender Sicherheit festzustellen, musste die Stelle B_1 immer beiderseitig exstirpirt werden, und es gingen dann die Hunde, welche die grossen unmittelbaren Gefahren der Operationen überstanden hatten, immer doch noch in den ersten Wochen zugrunde, indem auf der einen oder der anderen Seite ein Hirnabscess in den sehr nahen Ventrikel durchbrach. Jetzt ist es mir aber endlich gelungen, auch die allmähliche Restitution von der Seelentaubheit zu constatiren; an dem betreffenden Hunde liess sich von Tag zu Tag verfolgen, wie er von neuem, und zwar nicht anders wie in der frühesten Jugend, hören lernte, bis er sich nach etwa einem Monate in nichts mehr vom normalen Hunde unterschied.

Um die Vorstellung zu prüfen, dass nach Exstirpation der Stelle A_1

die Umgebung dieser Stelle mit den neuen Erinnerungsbildern der Gesichtsempfindungen besetzt wird, wurden Versuche mit secundärer Exstirpation der Stellen vor und unterhalb A_1 an seelenblind gemachten und restituirten Hunden zahlreich ausgeführt. Aber diese Versuche sind sämmtlich unglücklich verlaufen; die einmal verletzte Grosshirnhemisphäre ist so empfindlich geworden, dass jeder neue Angriff derselben eine heftige Meningitis mit tödtlichem Ausgange nach sich zieht. Ebenso erfolglos war eine andere Reihe von Versuchen, bei welchen durch eine sehr ausgedehnte Exstirpation von vorneherein die ganze Sehsphäre zu entfernen beabsichtigt war, um das diesmalige Ausbleiben der Restitution zu constatiren; denn die Exstirpation kreisrunder Stellen von mehr als 20^{mm} Durchmesser überlebten die Thiere immer nur kurze Zeit, und bei kleineren Exstirpationen verlor sich die Seelenblindheit immer wieder vollständig. Inzwischen ergab sich die Lösung der Aufgabe, um welche es sich hier handelte, ohne jeden besonderen Eingriff. Die einmal verletzte Grosshirnhemisphäre erweist sich nämlich auch in der Weise ausserordentlich empfindlich, dass heftiger Schrecken, Indigestion, Puerperium u. dgl. m. Hirnerscheinungen im Gefolge haben, als deren Ursache die Section regelmässig eine von der verletzten Stelle ausgegangene und mehr oder weniger ausgebreitete Meningitis mit oberflächlicher Encephalitis aufdeckt. Solcher Krankheit verfielen vielfach die seelenblind gemachten Hunde früher oder später, oft erst nach Monaten, wenn die Hunde wieder vollkommen sehen gelernt und viele Wochen lang durchaus normal sich verhalten hatten. Man beobachtete dann in den leichteren Fällen ausschliesslich eine Sehstörung, aber eine Sehstörung, bei welcher der Hund nicht bloss wiederum seelenblind war, nicht bloss die neugewonnenen Erinnerungsbilder der Gesichtsempfindungen zum zweiten Male verloren hatte, sondern vollkommen blind sich erwies, indem er nur sehr schwer zum Gehen zu bewegen war, die Hindernisse auf seinem Wege nicht umging, überall anstiess u. s. w. In den schwereren Fällen gesellten sich zu dieser Blindheit klonische Krämpfe und Ataxien, in den schwersten Fällen auch noch Coma hinzu. Nur in den schwersten Fällen trat der Tod ein, und es fand sich eine über das ganze Grosshirn, auch die Vorderlappen, ausgebreitete starke Meningitis. In den anderen Fällen bildeten sich die Störungen allmählich zurück, und zwar gewann in den leichteren Fällen der Hund völlig sein früheres Befinden wieder, während in den schwereren Fällen nur die Bewegungsstörungen sich verloren, die Blindheit aber bestehen blieb. Die Section ergab in jenen leichteren Fällen eine mässige Meningitis des Hinterhauptslappens, in diesen schwereren Fällen eine starke Meningitis des Hinterhauptslappens und eine schwächere des Scheitellappens. Offenbar hatte hier der pathologische Process die Umgebung der Stelle A_1 theils vorübergehend, theils dauernd functionsunfähig gemacht. Es ist also der Hirntheil, in welchem der

unmittelbare Einfluss der Gesichtsempfindungen auf die Bewegungen statthat, bei dem Hunde die Grosshirnrinde, während derselbe bei dem Frosche[16] hinter den Grosshirnhemisphären gelegen ist. Und wie es schon früher erschlossen worden war, ist der Ort der Gesichtswahrnehmung die Rinde des Hinterhauptslappens in weiter Ausdehnung, während nur ein Theil dieser Rindenpartie mit den Erinnerungsbildern der Gesichtsempfindungen besetzt ist.

Anmerkungen.

[13] Danilewsky hat später gleichfalls Hunde, welchen bald nach der Geburt die Ohren zerstört worden waren, stumm gefunden (Biolog. Centralbl. Bd. 2. No. 22. S. 697. 1883).

[14] Arch. f. Psychiatrie, Bd. 2. 1870. S. 713.

[15] Auf diese Untersuchung, welche mich noch weiter viel beschäftigt hat, komme ich in meinen späteren Mittheilungen nicht zurück, weil ein Fortschritt über den hier angegebenen Erfolg hinaus mir nicht gelungen ist. Auch wenn ich die Hunde bis 8 Monate hatte leben lassen, wurden die Abnormitäten kaum grösser gefunden, als nach 2—3 Monaten; und so überzeugend der Totaleindruck war, so liessen sich doch weder genaue Bestimmungen in den Einzelheiten, noch vollends Messungen machen. Den Veränderungen des Hirns sah ich noch Veränderungen des Schädels entsprechen: an den beiderseits geblendeten Hunden war das Schädeldach vor dem Tentorium abnorm abgeplattet, an den einseitig blinden Hunden war es dort schief und zwar nach der der Verletzung entgegengesetzten Seite verzogen; mehrfach habe ich auch, nur nicht regelmässig, Verdickung des Schädels an den Stellen, welchen die atrophischen Gehirnpartien anlagen, constatirt (vgl. v. Gudden, Arch. f. Psychiatrie, Bd. 2. 1870. S. 710). Alles in allem ergab sich keine durchweg brauchbare Handhabe, um die Untersuchung auf bloss makroskopischem Wege zu besserem Ende zu führen, und die mikroskopische Verfolgung glaubte ich geübteren und erfahreneren Händen überlassen zu müssen. Auch diese sind, wenngleich Atrophien bestimmter Theile der Corona radiata, sowie zugehöriger Rindenpartien nicht zu verkennen waren, auf besondere Schwierigkeiten gestossen.

In dem jüngst erschienenen Buche von Albert Robin: Des troubles oculaires dans les maladies de l'encéphale. Paris 1880. p. 240—47 sind den meinigen entsprechende Versuche von Vulpian, „dont le résultat, quoique ancien déjà, est encore inédit", nach Vulpian's eigener Aufzeichnung mitgetheilt. Am 12. Mai 1878 wurden fünf ganz jungen (12 Tage alten) Hunden desselben Wurfes jedesmal das rechte Auge zerstört: in vier Fällen — nach 18, 46, 79, 86 Tagen — wurden der rechte Nervus opticus und der linke Hinterhauptslappen atrophisch gefunden (die Gehirne sind abgebildet); in einem Falle — nach 69 Tagen — war das Auge restituirt, und rechter Nervus opticus wie linker Hinterhauptslappen boten keine bemerkbaren Anomalien dar. „Cette série d'expériences", schliesst Vulpian's Aufzeichnung, „est la seule qui puisse être utilisée parmi les diverses recherches que j'ai faites sur le même sujet. Si d'autres expériences donnaient des résultats semblables ou analogues à ceux que j'ai obtenus, on pourrait en conclure que la perte unilatérale de la vue, éprouvée par un chien peu de temps après sa naissance, a pour conséquence, lorsque le nerf optique correspondant s'atrophie, un défaut plus ou moins marqué du développement de la partie postérieure des circonvolutions cérébrales du côté opposé, surtout de la seconde circonvolution; et, comme corollaire,

qu'il y a une relation anatomo-physiologique croisée entre la partie postérieure de cette circonvolution et l'appareil de la vision.“ Warum Vulpian, der, wenn nicht schon früher, so doch nachweislich im April 1878 in den Besitz meiner obigen Mittheilung vom 27. Juli 1877 gelangt war, meiner Versuche nicht gedenkt, weiss ich nicht. Um so bemerkenswerther ist es, dass Robin nach der Vulpian'schen Mittheilung folgendermassen fortfährt: „Ces intéressantes expériences ont été *confirmées* par celles de Munk et par les autopsies d'Huguenin“. (Huguenin hat im Correspondenzblatt für Schweizer Aerzte, 8. Jahrg. 1878. No. 22 [15. Novbr.], S. 665—8, unter Bezugnahme auf meine Versuche zwei Fälle mitgetheilt, in welchen nach vieljähriger Blindheit Rindenatrophien am Occipitalhirn des Menschen zur Beobachtung gekommen waren.)

V Ich kann auf die reiche spätere Litteratur nicht beiläufig eingehen und will deshalb bloss die pathologischen Erfahrungen von Giovanardi (Rivista sperim. di Freniatria, T. 7. 1881. p. 244) und die experimentellen Untersuchungen von v. Monakow (Arch. f. Psychiatrie, Bd. 20. 1889. S. 763) hervorheben. Geschichtlich ist zu bemerken, worauf Tamburini aufmerksam gemacht hat, dass die Methode, mittels Verletzungen von Theilen des Nervensystems an jungen, wo möglich neugeborenen Thieren, durch die nachfolgenden Atrophien den Zusammenhang der Faserzüge und Zellengruppen aufzuhellen (v. Gudden, ebenda, Bd. 2. 1870. S. 693), bereits in klar bewusster Weise von Panizza angewandt worden ist (Giornale dell' J. R. Istituto Lombardo, T. 7. 1855. p. 242—52; Memorie dell' J. R. Istituto Lombardo, Vol. 5. 1856. p. 380—90). Bei Kaninchen und Hunden, welchen er in frühester Jugend ein Auge zerstört hatte, sah Panizza den Schädel und auch die Hemisphäre auf derselben Seite hinten oben mehr hervorspringen (Giornale etc. p. 243, 246. Tav. V, fig. 3, *a*). Bei Pferden, die durch viele Jahre auf einem Auge blind gewesen waren, fand er auf der anderen Seite verkleinert (ausser dem Thalamus opticus, dem Corpus geniculatum inferius, den Corpora quadrigemina und der seitlichen Marksäule des Pedunculus) auch die äusseren Fasermassen (l'apparato fibroso esterno) des Thalamus opticus, welche sich über die hinteren oberen Windungen verbreiten. Bei einem 18jährigen Menschen, welcher durch einen Steinwurf im Alter von 3 Jahren auf dem linken Auge erblindet war, beobachtete Panizza entsprechend dem rechten Scheitelhöcker eine deutliche Depression sowohl des Schädels, wie auch der Hemisphäre, besonders längs dem Occipitalrande des Knochens (p. 244).

V [16] Ich habe hier die ursprünglich im Texte befindlichen Worte „nach Goltz“ wegfallen lassen. Sie waren unrichtig, weil schon Desmoulins [et Magendie] (Anatomie des systèmes nerveux. Paris 1825. T. 2. p. 628—9), Renzi (Ann. univers. di Medicina, Vol. 186. 1863. p. 133, 146) u. Vulpian (Leçons sur la physiologie du système nerveux. Paris 1866. p. 681, 852) vor Goltz (Beiträge zur Lehre von den Functionen der Nervencentren des Frosches. Berlin 1869. S. 64) ermittelt haben, dass beim Frosche nach der Grosshirn-Exstirpation die Gesichtsempfindungen fortbestehen und die Bewegungen beeinflussen. Aber auch deshalb waren sie unrichtig, weil Goltz die am Frosche gewonnenen Erfahrungen auf die höheren Thiere übertragen zu können gemeint hat (Pflüger's Arch. Bd. 13. 1876. S. 25—6, 15; vgl. auch Bd. 20. 1879. S. 14—5, 39—40).

Dritte Mittheilung.

(Vorgetragen in der Sitzung der Physiologischen Gesellschaft zu Berlin am 15. März 1878.)*

Meine Herren! Was ich Ihnen heute neues zu bieten habe zur Kenntniss der Functionen der Grosshirnrinde, schliesst sich so unmittelbar an meine Mittheilungen vom März und Juli v. J. an, dass Sie mir gestatten wollen, von Erfahrungen auszugehen, über welche ich Ihnen bereits berichtet habe.

Hat man einem Hunde beiderseits die Grosshirnrinde der Stelle A_1 Fig. 1** exstirpirt, so bieten, wenn am 3.—5. Tage nach der Verletzung die entzündliche Reaction vorüber, Gehör, Geruch, Geschmack, Bewegung, Empfindung u. s. w. des Thieres keinerlei Abnormität dar, nur im Gebiete des Gesichtssinnes fällt eine eigenthümliche Störung auf. Ganz frei und ungenirt bewegt sich der Hund im Zimmer wie im Garten, ohne je an einen Gegenstand anzustossen; und häuft man die Hindernisse auf seinem Wege, so umgeht er sie doch regelmässig, oder lassen sie sich nicht umgehen, so überwindet er sie geschickt, indem er z. B. unter dem Schemel durchkriecht, über den Fuss des Menschen oder den Körper des Thieres, die den Weg versperren, vorsichtig hinwegsteigt u. dgl. m. Allein kalt lässt ihn jetzt der Anblick der Menschen, die er sonst immer freudig begrüsst, kalt die Gesellschaft der Hunde, mit welchen er früher jedesmal gespielt hat. So hungerig und durstig er auch ist — das regt ihn zu seinen vielen und raschen Bewegungen an —, er sucht jetzt nicht mehr in der früheren Weise an den Stellen des Zimmers nach, an welchen er sein Futter fand; und setzt man ihm selbst Futternapf und Wassereimer mitten in den Weg hinein, er geht oft und immer wieder um sie herum, ohne ihrer zu achten. Nahrungsmittel vor die Augen gehalten, lassen ihn unbewegt, so lange er sie nicht riecht.

---

* Verhandlungen der Physiologischen Gesellschaft zu Berlin, 1877/78. No. 9 u. 10 (ausgegeben am 12. April 1878); du Bois-Reymond's Arch. 1878. S. 162.

** Die Holzschnitte sind nach den bei dem Vortrage benutzten Wandtafeln angefertigt.

Finger und Feuer dem Auge genähert, machen ihn nicht mehr blinzeln. Der Anblick der Peitsche, der ihn sonst regelmässig in die Ecke trieb, schreckt ihn nicht mehr im mindesten. Er war abgerichtet, wenn man die Hand an seinem Auge vorbeibewegte, die gleichseitige Pfote zu geben; jetzt kann man die Hand bewegen, so viel man will, die Pfote bleibt in Ruhe, bis man „Pfote“ ruft. Und der Art sind der Beobachtungen mehr. Ueber ihre Deutung kann kein Zweifel sein. Durch die Exstirpation ist der Hund seelenblind geworden, d. h. er hat die Gesichtsvorstellungen, welche er besass, seine Erinnerungsbilder der früheren Gesichtswahrnehmungen, verloren, so dass er nichts kennt oder erkennt, das er sieht; aber der Hund sieht, die Gesichtsempfindungen kommen ihm zum Bewusstsein, kommen zur Wahrnehmung, und sie lassen Vorstellungen über die Existenz, die Form, die Lage der äusseren Objecte entstehen, so dass von neuem Gesichtsvorstellungen, von neuem Erinnerungsbilder der Gesichtswahrnehmungen gewonnen werden.

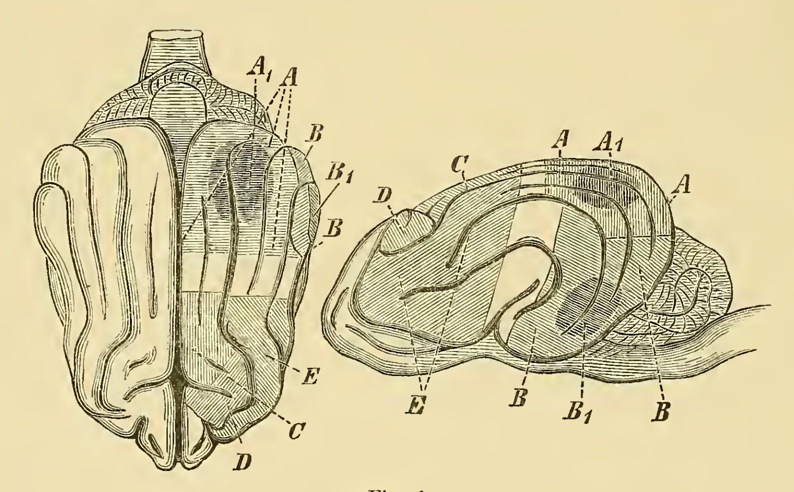


Fig. 1.

Man kann sagen, dass der Hund durch unseren Eingriff hinsichts seines Gesichtssinnes in den Zustand der frühesten Jugend zurückversetzt worden ist, in den Zustand, in welchem sich das Hündchen befindet, dessen Augen sich jüngst geöffnet haben. Wie dieses sehen, d. h. das Gesehene kennen lernt, so muss unser Hund von neuem sehen lernen, nur dass seine ausgebildete Bewegungsfähigkeit, seine vorgerückte Entwickelung der übrigen Sinne u. s. w. die Lehrzeit abkürzen können. Und so zeigt es sich in der That. Mit Glotzaugen in vorgestrecktem und in steter Hin- und Herbewegung begriffenem Kopfe sieht man unseren Hund, sobald nur das Fieber vorüber, alles um sich herum anstieren und prüfend von allen Seiten betrachten, im Liegen wie im Gehen, welches letztere er bevorzugt. Ueber die für seine Existenz wich-

tigsten Dinge ist er zu allererst und sehr bald orientirt. Man braucht nur 1—2mal seinen Kopf in den Eimer hineingedrückt zu haben, bis das Wasser die Schnauze berührte, und er sucht fortan stets den Eimer selber auf, wenn er durstig ist. Ebenso geht es mit dem Futternapfe. Dann lernt er allmählich die Menschen kennen und die Gegenstände seiner Umgebung, die grösseren eher, die kleineren später. Je mehr er wieder sehen gelernt hat, desto geringer ist seine Unruhe, desto gemässigter seine Neugier. Worüber er nicht von neuem Erfahrungen sammelt, das bleibt ihm unbekannt: er stutzt vor der Treppe nach Wochen ebenso wie nach Tagen, sobald er zum ersten Male einer solchen ansichtig wird; er scheut vor der Peitsche nach Tagen schon oder erst nach Wochen, je nachdem er sie früher oder später auf seinem Rücken gefühlt hat. Blieb nichts, das der Prüfung unterliegt, seiner Kenntnissnahme vorenthalten, so ist unser Hund 3 bis längstens 5 Wochen nach der Operation im Gebiete des Gesichtssinnes restituirt und von unversehrten Hunden nicht mehr zu unterscheiden.

Hat man die Stelle A_1 nur an einer Hemisphäre exstirpirt, so gilt alles, was ich eben für das Sehen im allgemeinen schilderte, bloss für das Sehen mit dem Auge der der Verletzung entgegengesetzten Seite. Nach der rechtsseitigen Exstirpation z. B. erkennt der Hund alles in der alten Weise weiter mit dem rechten Auge, wenn man ihm das linke verbunden hat, während er bei verbundenem rechten Auge wohl sieht, aber zunächst nichts erkennt und erst mit der Zeit alles wieder kennen lernt. Die Gesichtsvorstellungen haben danach gleichmässig in jeder Hemisphäre für sich ihren Sitz, und die Functionen unserer Rindenpartie sind an beiden Hemisphären so gesondert, dass es der einen Hemisphäre nicht im mindesten zustattenkommt, dass die ihr fehlenden Erinnerungsbilder der Gesichtswahrnehmungen in der anderen Hemisphäre noch unversehrt vorhanden sind. Nur die Restitution habe ich bei einseitiger Exstirpation rascher sich vollziehen sehen als bei beiderseitiger Exstirpation, was durch die Hülfe, welche das wohlerhaltene Sehen mit dem einen Auge für die Kenntnissnahme von den Objecten gewähren muss, leicht verständlich ist.

Für denjenigen, der mit mir die Localisation der Functionen in der Grosshirnrinde von vorneherein als ein physiologisches Postulat und weiter als das erste und oberste Ergebniss der Grosshirnrinden-Versuche erkannte, musste aus diesen Erfahrungen die Vorstellung fliessen, die ich vor einem Jahre Ihnen entwickelte[17]: dass eine „Sehsphäre" von grösserer Ausdehnung als die Stelle A_1 an der Grosshirnrinde existire, dass in dieser Sehsphäre die Erinnerungsbilder der Gesichtswahrnehmungen in der Reihenfolge etwa, wie die Wahrnehmungen dem Bewusstsein zuströmen, gewissermassen von einem centralen Punkte aus in immer grösserem Umkreise deponirt werden, und dass nach Exstirpation der

zur Zeit alle oder die meisten Erinnerungsbilder beherbergenden Stelle A_1 der Rest der Sehsphäre in der Umgebung von A_1 mit neuen Erinnerungsbildern besetzt werde. Indess vermochte ich damals noch nicht dieser Vorstellung eine weitere Stütze zu verleihen. Um so mehr freue ich mich heute in der Lage zu sein, mit experimentellen Belegen für die Richtigkeit der Vorstellung eintreten zu können.

Es handelt sich in erster Linie um die Folgen der in der Umgebung von A_1 ausgeführten Exstirpationen. Nach solchen Exstirpationen hatte ich bis zum März v. J., wie ich Ihnen damals sagte[18], keinerlei Veränderung an den operirten Thieren wahrgenommen; aber schon im Juli v. J. theilte ich Ihnen mit[19], dass manchmal eine kleine Sehstörung sich hatte erkennen lassen. Seitdem habe ich gefunden, dass diese Exstirpationen ganz regelmässig Sehstörungen geringeren Grades nach sich ziehen, so lange sie die Rinde an der Strecke A Fig. 1 vor oder unterhalb A_1 oder auch die Rinde an der inneren, der Falx zugekehrten Seite des Hinterhauptslappens, die, wie Sie bereits wissen[20], sehr wohl der Untersuchung zugänglich ist, betreffen.

Ein Hund, an dessen einer Hemisphäre eine derartige Exstirpation ausgeführt ist, bietet, wenn man ihm das Auge der der Verletzung entgegengesetzten Seite verbunden hat, gar keine Abweichung von der Norm dar. Wird ihm dann das gleichseitige Auge verbunden, so scheint zunächst gleichfalls nicht die mindeste Störung, auch nicht im Gebiete des Gesichtssinnes, zu bestehen; denn nicht nur sieht der Hund jetzt offenbar, sondern er erkennt auch alles vortrefflich, so dass selbst die eingehende Prüfung keinen Verlust von Gesichtsvorstellungen herausstellt. Aber wenn man nun den hungerigen Hund an Fleischstücke heranlässt, die man in grösserer Zahl nahe bei einander auf den Boden geworfen hat, so zeigt sich, dass der Hund einzelne bequem und gerade vor seinem Auge befindliche Fleischstücke liegen lässt, während er andere entferntere und schwerer zugängliche Fleischstücke aufnimmt. Bis man von der Regelmässigkeit der Erscheinung und von ihrem Auftreten nur unter den angeführten Umständen sich überzeugt hat, glaubt man natürlich bloss mit einer Folge der Unaufmerksamkeit es zu thun zu haben; und so bin auch ich auf die Beachtung der Erscheinung erst geführt worden, nachdem ich längst die folgenden auffälligeren Beobachtungen gemacht hatte. Lässt man nämlich weiter dem Hunde beide Augen frei und führt, gerade vor ihm stehend, ein Fleischstück mässig rasch vor dem gleichseitigen Auge vorbei, so folgt der Hund mit diesem Auge ausnahmslos gut dem Fleischstücke; wogegen er, wenn man ebenso vor dem gegenseitigen Auge verfährt, ganz regelmässig, und zwar bald etwas früher, bald etwas später, plötzlich das Fleischstück aus dem Auge verliert und sich verwundert umschaut, sichtlich überrascht, dass das Fleischstück in unerklärlicher Weise verschwunden. Demgemäss jagt auch der

Hund dem geworfenen Fleischstücke jetzt nur dann nach, wenn der Wurf an dem gleichseitigen Auge vorbei erfolgt. Aber dabei tritt noch die dritte Absonderheit auf, dass unser Hund nicht mehr, wie vor der Operation, gerade unmittelbar am Fleischstücke anlangt, sondern zu Ende des Laufes etwas zu weit nach rechts oder nach links, nach vorn oder nach hinten vom Fleischstücke sich befindet[21] und das Fleischstück erst noch einen Moment zu suchen hat, ehe er es aufnimmt.

Recht deutlich am 3.—5. Tage nach der Operation, verlieren sich diese Abnormitäten, mit Ausnahme der ersten, weiterhin rasch, am raschesten die letzte Abnormität, welche schon in der zweiten Woche nach der Operation nur selten noch zu bemerken ist. Offenbare Sehstörungen und bloss auftretend, wenn die bezeichnete Partie der Grosshirnrinde angegriffen ist, thun sie ohne weiteres die Ausdehnung dar, welche der der Gesichtswahrnehmung dienenden Grosshirnrinde, der Sehsphäre, zukommt. Doch führt ihre Zergliederung noch zu einem anderen bemerkenswerthen Aufschlusse. Sie sind nämlich nur verständlich, wenn durch die Exstirpation gewissermassen ein zweiter blinder Fleck an der Retina des Hundes gesetzt ist, ein Fleck, dieses Mal natürlich blind nicht durch den Mangel der lichtempfindlichen Netzhautelemente, sondern durch den Verlust der zugehörigen wahrnehmenden Hirnelemente. Ein Fleischstück, dessen Bild auf den neuen blinden Fleck fällt, kann der Hund nicht sehen, und ist das Bild in Bewegung dorthin gerathen, so wird das Fleischstück dem Hunde räthselhaft verschwunden scheinen; auch wird, wo die Innervationsgefühle der Augenmuskeln für die Bestimmung der Lage des Fleischstückes zu Hülfe zu kommen haben, die neue Lücke im Gesichtsfelde anfangs zu Täuschungen Veranlassung geben, bis mit der Zeit durch Erfahrung und Uebung diese Lücke wird ebenso überwunden sein, wie die normale Lücke des blinden Flecks. Fällt aber danach mit der Exstirpation einer zusammenhängenden Rindenpartie immer die Wahrnehmung für eine zusammenhängende Partie der lichtempfindlichen Netzhautelemente aus, so kann es nicht anders sein, als dass die centralen Elemente der Sehsphäre, in welchen die Opticusfasern enden und die Gesichtswahrnehmung statthat, regelmässig und continuirlich angeordnet sind wie die lichtempfindlichen Netzhautelemente, von welchen die Opticusfasern entspringen, derart dass benachbarten Netzhautelementen immer benachbarte wahrnehmende Rindenelemente entsprechen.

Für die Localzeichen der Gesichtsempfindungen ist hiermit, wie Sie sogleich übersehen, der Nachweis des anatomischen Substrates geliefert, und ich bin nur leider zu spät zu der eben vorgetragenen Einsicht in die Dinge gelangt, als dass ich bereits auf grund der bisherigen Versuche die relative Lage der lichtempfindlichen Netzhautschicht einerseits, der wahrnehmenden Rindenschicht andererseits genauer anzugeben vermöchte. Doch über eines, das hierhergehört, glaube ich Sie noch unter-

richten zu können. Unter den vielen Räthseln, deren Lösung es zu unternehmen gab, hat mich mit am längsten das beschäftigt, dass trotz der grossen Ausdehnung der Sehsphäre die Erinnerungsbilder der Gesichtswahrnehmungen, so viele ich ihrer auch prüfte, stets so gesammelt in der Stelle A_1 sich fanden; denn, wie Sie schon von früher her wissen[22], habe ich nur in zwei Versuchen nach Exstirpation der Stelle A_1 ein einzelnes Erinnerungsbild erhalten gesehen, das eine Mal das Bild des Eimers, aus welchem der Hund zu trinken gewohnt war, das andere Mal das Bild der Handbewegung, auf welche die Pfote zu reichen der Hund vor der Operation eingeübt worden war. Nun, meine ich, findet das Räthsel einfach dadurch seine Lösung, dass die Stelle A_1 der Sehsphäre coordinirt ist der Stelle des deutlichsten Sehens der Retina, welche beim Hunde an der äusseren Hälfte der Retina gelegen ist. Immer diese selbe Stelle der Retina wird für deutliches Sehen in Anspruch genommen; darum wird die deutliche Wahrnehmung der Objecte immer der zugehörigen Stelle A_1 der Sehsphäre zufallen, und darum werden hier — wie ich ohne alle Ahnung des Zusammenhanges bereits vor einem Jahre es Ihnen aussprach — „die Erinnerungsbilder der Gesichtswahrnehmungen in der Reihenfolge etwa, wie die Wahrnehmungen dem Bewusstsein zuströmen, gewissermassen von einem centralen Punkte aus in immer grösserem Umkreise deponirt werden".

Wie meine Bemühungen, für die nach Exstirpation der Stelle A_1 neugewonnenen Gesichtsvorstellungen den Sitz in der Umgebung von A_1 dadurch nachzuweisen, dass ich an seelenblind gemachten und restituirten Hunden secundäre Exstirpationen der Stellen vor und unterhalb A_1 vornahm, sämmtlich unglücklich verlaufen sind, davon habe ich Sie schon im Juli v. J. unterhalten[20]. Derartige Versuche habe ich in der Folge nicht mehr unternommen, weil sie gar zu wenig Aussicht auf Erfolg boten. Ich habe Ihnen aber damals auch von Versuchen berichtet, bei welchen ich von vorneherein Exstirpationen ausgeführt hatte, welche die Umgebung der Stelle A_1 mit umfassten; nach kreisrunden Exstirpationen von etwa 20^{mm} Durchmesser hatte sich die Seelenblindheit immer wieder vollständig verloren, grössere Exstirpationen hatten die Hunde nur kurze Zeit überlebt. Hier habe ich durch den Misserfolg mich nicht abschrecken lassen, die Versuche fortzusetzen, und ich bin jetzt wirklich zweimal bei sehr ausgedehnter Exstirpation der Sehsphäre zu guten Resultaten gelangt. Beiden Hunden war an der linken Hemisphäre die Rinde in der ganzen Ausdehnung von AA_1A Fig. 1 exstirpirt, nur am inneren und am hinteren Rande waren schmale Streifen stehengeblieben. Nachdem die entzündliche Reaction vorüber, boten die Hunde bei verbundenem rechten Auge keine Abweichung von der Norm dar; bei verbundenem linken Auge aber erwiesen sie sich blind und zwar nicht bloss seelenblind, sondern vollkommen blind, indem sie nur äusserst schwer zum

Gehen zu bewegen waren und dann die Hindernisse auf dem Wege nicht umgingen, sondern überall anstiessen. Durch Wochen änderte sich das Verhalten der Hunde nur so weit, dass sie mit der Zeit immer besser und schliesslich sogar beim langsamen Gehen recht gut die Hindernisse vermieden. Aber noch in der vierten Woche liess sich bei verbundenem linken Auge das Vorhandensein von Erinnerungsbildern nicht constatiren; höchstens die geschwungene Peitsche schien der eine der Hunde zu erkennen. Als danach die gleiche Exstirpation auch an der rechten Hemisphäre ausgeführt worden war, gingen beide Hunde bald zugrunde.

Erinnern wir uns dazu noch der Versuche, welche, wie ich Ihnen früher schilderte[23], hin und wieder die Encephalomeningitis für uns anstellt, indem sie an seelenblind gemachten und restituirten Hunden von der verletzten Stelle aus über die ganze Rinde des Hinterhauptslappens sich verbreitet, so liegt eine in sich geschlossene Reihe von Erfahrungen vor uns, welche die Richtigkeit des gewonnenen Verständnisses der Sehsphäre erhärtet. Die Exstirpation der Stelle A_1 bringt Seelenblindheit[24] des Thieres, d. h. den Verlust seiner Gesichtsvorstellungen mit sich und hebt zugleich für die Stelle des deutlichsten Sehens der Retina die Gesichtswahrnehmung auf, setzt für diese Stelle der Retina, wie ich es bezeichnen möchte, Rindenblindheit; aber die Gesichtswahrnehmung von der übrigen Retina her ist erhalten, und die Gesichtsvorstellungen können im Reste der Sehsphäre sich von neuem bilden. Lassen wir die exstirpirte Stelle von A_1 aus wachsen, so bleibt zunächst bis zu einer gewissen Grenze alles im wesentlichen ebenso; denn es wächst zwar die Strecke der Retina, für welche Rindenblindheit besteht, aber die übrige Retina und der Rest der Sehsphäre sind immer noch gross genug, um, wenn auch erschwert, volle Restitution zu ermöglichen. Von einer gewissen Grenze an jedoch, die vorderhand durch die vorhin angeführten beiden Versuche gegeben sein mag, tritt eine Aenderung ein: was an der inneren und an der hinteren Seite des Hinterhauptslappens und etwa noch in der Tiefe der Furchen an Rinde übrig ist, lässt anfangs bloss höchst undeutliche, später, wenn das Thier den brauchbaren Rest seines Auges bestens zu verwenden gelernt hat, wohl deutlichere Gesichtswahrnehmungen zu; allein die Gesichtsvorstellungen vermögen, wenn überhaupt, nur sehr unvollkommen sich wiederzubilden. Endlich wenn durch die Encephalomeningitis die ganze Rinde des Hinterhauptslappens vernichtet ist, so gründlich wie wir mit dem Messer es nicht zu leisten imstande sind, ohne dass die Nebenverletzungen zum Tode führen, haben alle Gesichtswahrnehmungen und alle Gesichtsvorstellungen für immer aufgehört, ist volle Rindenblindheit für immer eingetreten.[25]

Was ich so für den Hinterhauptslappen des Hundes entwickelt habe, das gilt nun im grossen und ganzen ebenso für den Hinterhauptslappen des Affen.

Das Affenhirn zu untersuchen, war mir nicht bloss durch die Frage nahegelegt, wie weit die gewonnene Einsicht für das Hirn des Menschen Geltung haben dürfte; ich hatte dazu noch einen besonderen Anlass. In meiner ersten Mittheilung zur Physiologie der Grosshirnrinde, welche ich Ihnen im März v. J. machte, hatte ich von Hrn. Ferrier's einschlägigen Untersuchungen am Affen geschwiegen, weil ich nichts gutes über dieselben zu sagen hatte. Aber in der folgenden Sitzung interpellirt, hatte ich mich zu der Erklärung genöthigt gesehen, dass Hrn. Ferrier's Angaben, im Gyrus angularis des Affen (*ag* Fig. 2) sei das Sehcentrum, dicht darunter im Gyrus temporo-sphenoidalis superior (*tp*) das Hörcentrum, in der tieferen Partie des Schläfenlappens (*tt*) das Centrum des Geruchs und das des Geschmacks, im Gyrus hippocampi und Hippocampus major (nach innen von *u*) das Tastcentrum, endlich in den Hinterhauptslappen (*A*) das Hungercentrum gelegen, dass alle diese Angaben und was weiter sich daran knüpfte hinsichts des Charakters und

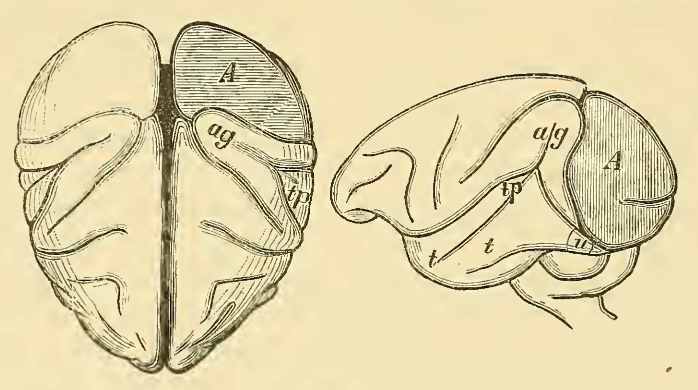


Fig. 2.

der Restitution der durch die Operationen gesetzten Störungen, werthlose willkürliche Constructionen wären, da die operirten Thiere von Hrn. Ferrier in ganz unzureichender Weise und kaum anders als zur Zeit der allgemeinen Depression der Hirnfunctionen geprüft worden wären[26]. War ich mit dieser Erklärung, welche auf der Durchsicht von Hrn. Ferrier's Versuchen fusste, zu weit gegangen, so hatte ich das Unrecht je eher je lieber wieder gutzumachen. Indess habe ich, wie jetzt die Versuche ergeben haben, Ihnen damals eher zu wenig als zu viel gesagt; denn Hr. Ferrier ist selbst nicht so glücklich gewesen, beim Rathen einmal das Richtige zu treffen, und alle seine Angaben haben sich als falsch herausgestellt.

Die Sehsphäre des Affen ist die Rinde seines Hinterhauptslappens (*A* Fig. 2). Bloss Verletzungen dieser Rinde bringen Störungen im Gebiete des Gesichtssinnes mit sich, und bloss derartige Störungen treten durch Verletzung dieser Rinde ein.

Nach beiderseits gleicher kreisrunder Exstirpation von 10—15mm Durchmesser sind die Störungen regelmässig, wenn auch nicht leicht, zu constatiren. Die entzündliche Reaction nach der Hirnverletzung ist beim Affen viel unbedeutender als beim Hunde, so dass der Affe gewöhnlich schon nach 24—36 Stunden fieberfrei erscheint und wohlauf wie zuvor. Die so schnell wiederkehrende grosse Beweglichkeit und die nicht minder grosse Neugier, die den Affen alles betasten lässt, erschweren dann aber ungemein die Sehprüfungen und um so mehr, als das ausserordentlich kluge Thier sofort alles kennt, worüber es sich nur in irgendeiner Weise einmal instruirt hat. Trotzdem überzeugt man sich von der Störung der Gesichtswahrnehmung, sobald man dem Affen z. B. von seinem Leibgerichte, Mohrrüben, eine Anzahl kleiner Stücke vorlegt. Der Affe lässt alsdann einzelne von den Stücken zunächst liegen und nimmt sie erst auf, wenn eine wesentlich veränderte Kopfstellung aus anderen Gründen herbeigeführt ist, oder er verfehlt gewisse Stücke beim Greifen, was nie vorkommt, wenn der Affe unversehrt ist. Auch habe ich in dreien der fünf gut gelungenen Versuche einzelne Gesichtsvorstellungen fehlen sehen, während andere (darunter immer das Erinnerungsbild der Mohrrübe) noch vorhanden waren. Doch nur am 2. und 3. Tage nach der Operation lassen sich diese Beobachtungen machen; später ist auch im Gebiete des Gesichtssinnes keine Abweichung von der Norm mehr zu ermitteln. Höchst charakteristisch ist es dabei, dass an jenen ersten Tagen regelmässig die Erscheinung auftritt, dass der Affe sehr oft und besonders dann, wenn es ihm auf scharfes Sehen kleiner Gegenstände ankommt, mit der Hand über die Augen fährt oder die Augen reibt, gerade wie ein Mensch, der, weil er nicht deutlich sieht, etwas das das Sehen stört, am Auge vermuthet und es fortzuschaffen sucht.[27]

Hat man dem Affen die ganze Rinde an der convexen Fläche eines Hinterhauptslappens exstirpirt, so ist der Affe hemiopisch: er ist blind und zwar rindenblind für die der Verletzung gleichseitigen Hälften beider Retinae. Ist z. B. die linke Hemisphäre angegriffen, so erkennt nicht nur nicht, sondern sieht auch nicht der Affe irgendein Object, dessen Bild auf den linken Hälften seiner Retinae entworfen wird; während er alles in normaler Weise sieht und erkennt, was auf den rechten Hälften seiner Retinae sich abbildet. Wie das Vernähen[28] des einen und dann des anderen Auges unzweifelhaft lehrt, ist die Störung für beide Augen die gleiche, und unverändert bleibt diese Hemiopie durch Wochen und durch Monate bestehen; nur lernt es der Affe sehr bald, durch die Bewegung des Kopfes und der Augen die hemiopische Beschränkung des Gesichtsfeldes für seine Kenntnissnahme von der Aussenwelt zu corrigiren.

Ist endlich die gleiche Exstirpation an beiden Hinterhauptslappen ausgeführt, so ist der Affe ganz rindenblind: er sieht nichts. Von Natur ein so munteres und bewegliches Thier, sitzt fortan der Affe ganz

apathisch und wie träumend in seinem Käfig, stundenlang ohne sich zu bewegen, bis ihn ein Geräusch aufschreckt. Hat man ihn aus dem Käfig herausgenommen, so rührt er sich nicht von der Stelle; und bringt man ihn durch Prügel zum Gehen, so stösst er an alle Hindernisse auf seinem Wege an, fällt vom Tische u. s. w. Mit der Zeit und ganz allmählich bessert sich sein Sehen etwas, doch nur so weit, dass er beim langsamen Gehen nicht mehr anstösst. Eine noch weiter gehende Restitution kommt nur dann vor, wenn, wie die Section lehrt, ausser der unzugänglichen Rinde an der unteren Fläche des Hinterhauptslappens auch noch ansehnliche Rindenpartien an den Rändern der oberen Fläche eines Lappens zurückgeblieben sind. In solchem Falle habe ich den Affen innerhalb zweier Monate dahin kommen sehen, dass er kleine ihm vorgeworfene Objecte leidlich gut sah und nach vieler Uebung auch richtig griff; war die Uebung mehrere Tage unterblieben, so verfehlte er die Objecte wieder. Sehr interessant war es, dass auch hier noch eine Hemiopie sich erkennen liess; denn der Affe benutzte zum Sehen stets die Hälften seiner Retinae, welche dem Hinterhauptslappen zugehörten, der, wie sich später herausstellte, der besser erhaltene war. Das Wiedervorhandensein deutlicher Gesichtsvorstellungen hat sich aber auch in diesem Falle nicht ergeben.

Darin also weicht der Affe vom Hunde ab, dass, während beim letzteren jeder Sehsphäre die ganze Retina der entgegengesetzten Seite zugeordnet ist — ich habe wenigstens trotz aller Mühe von einer der Verletzung gleichseitigen Sehstörung nie beim Hunde mich überzeugen können —, beim ersteren jeder Sehsphäre die gleichseitigen Hälften beider Retinae zugehören. Ob ausserdem noch beim Affen die Gesichtsvorstellungen nicht so gesammelt ihren Sitz haben wie beim Hunde, muss dahingestellt bleiben; denn ich habe von den 11 Affen, welche bisher mir zu Gebote standen, bloss 5 für die erstbeschriebenen Exstirpationsversuche verwenden können, und es ist sehr wohl möglich, dass ich nicht die richtigen Stellen getroffen habe. Im übrigen aber verhält es sich, wie Sie sehen, mit der Sehsphäre des Affen gerade so wie mit der Sehsphäre des Hundes.

Ueber einen zweiten Abschnitt der Grosshirnrinde des Hundes, die Ihnen bereits bekannte Hörsphäre, habe ich nur wenig meinen früheren Mittheilungen[29] hinzuzufügen.

Es ist die Stelle B_1 Fig. 1, deren beiderseitige Exstirpation Seelentaubheit mit sich bringt. Wenn die entzündliche Reaction vorüber, findet man Störungen ausschliesslich im Gebiete des Gehörssinnes bestehen: der Hund hört noch — jedes ungewöhnliche Geräusch zieht ein gleichmässiges Spitzen der Ohren nach sich —, allein er versteht nicht mehr, was er hört; die Bedeutung des „pst", „komm", „hoch", „schön", „Pfote" und worauf sonst noch er früher eingeübt worden war, ist ihm

vollkommen verloren gegangen, so dass nunmehr die Bewegungen ausbleiben, welche er vorher fast maschinenmässig danach vollführte. Ganz allmählich lernt aber der Hund wieder hören. Zunächst werden die Ohrmuscheln und dann auch der Kopf immer besser und richtiger der Schallquelle zugewandt, so dass die Richtung des Schalles aufgefasst wird; später wird die Verschiedenheit der Geräusche immer vollkommener erkannt; und endlich wird, wenn man den Hund in der gewohnten Weise erzieht, auch die Verbindung der verschiedenen Geräusche mit den Bewegungen wiederhergestellt. So dass der Hund 4—5 Wochen nach der Operation gerade so wieder wie vor der Operation sich darstellt.

Wie die Stelle A_1 Fig. 1 die Gesichtsvorstellungen, so enthält also die Stelle B_1 die Gehörsvorstellungen des Hundes. Und wie die Stelle A_1 innerhalb der grösseren der Gesichtswahrnehmung dienenden Sehsphäre gelegen ist, so muss die Stelle B_1 in einer grösseren der Gehörswahrnehmung dienenden Hörsphäre sich befinden, deren völlige Zerstörung, entsprechend der Rindenblindheit dort, Rindentaubheit zur Folge haben muss. Die Ausdehnung dieser Hörsphäre habe ich in BB Fig. 1 danach angegeben, wie weit ich bei den besprochenen Versuchen die eine oder die andere Exstirpationsstelle über B_1 hinaus in dieser oder jener Richtung weiter ausgedehnt gefunden habe, ohne dass das Versuchsergebniss beeinträchtigt oder irgendwelche andere Störung noch gesetzt gewesen wäre. Auf diese Weise stellt sich die Rinde des Schläfenlappens als die Hörsphäre heraus. Und damit stimmt sehr gut die Beobachtung, welche jedesmal, dass man die Stelle B_1 beiderseits exstirpirt hat, in den ersten Tagen nach der Operation zu machen ist. Das ist die Zeit, zu welcher nach allem, was man bei den sonstigen Exstirpationsversuchen sieht, die Umgebung der Exstirpationsstellen in einiger Ausdehnung infolge des mechanischen Angriffs und der Entzündung functionsunfähig ist; und da findet man unseren Hund, auch dann wenn die Störungen durchaus auf das Gebiet des Gehörssinnes beschränkt sind, nicht bloss seelentaub, sondern ganz rindentaub, indem er auf kein Geräusch, es sei noch so nahe und noch so laut, selbst nur durch das leiseste Spitzen der Ohren reagirt. Einigemal habe ich auch, nachdem ich die ganze Rinde an der oberen Fläche der beiden Schläfenlappen exstirpirt hatte, andauernde Rindentaubheit beobachtet; aber da die Hunde höchstens acht Tage und noch dazu in übler Verfassung die Operation überlebten, wird auf diese Erfahrungen nicht viel zu geben sein. Erinnern Sie sich meiner früheren Schilderungen, wie eingreifend hier schon die einfacheren Exstirpationsversuche sind, so wird es Sie gewiss nicht verwundern, dass ich die Versuche der letzten Art nicht öfter wiederholt habe.

Ich habe nun noch heute Ihre Aufmerksamkeit mir zu erbitten für einen dritten Abschnitt der Grosshirnrinde des Hundes, den Abschnitt

CDE Fig. 1. Sie erkennen sofort, dass es die Partie der Rinde ist, über welche in den letzten 8 Jahren, seit den ersten Untersuchungen der HH. Fritsch und Hitzig, so viel verhandelt worden ist. Wenn es trotzdem hinsichts der Functionen dieses Rindenabschnittes nicht zur Klarheit gekommen war, so war der Grund vornehmlich darin gelegen, dass noch die leitenden Gesichtspunkte für die richtige Beurtheilung der Versuchsergebnisse fehlten. Je mehr ich in der Kenntniss der Hörsphäre und besonders der Sehsphäre fortschritt, desto mehr ordneten sich auch hier die Versuchsergebnisse, die anfangs unvereinbar erschienen, zusammen; und wenn ich im vorigen Jahre mich darauf hatte beschränken müssen, Ihnen unseren Rindenabschnitt als die motorische Sphäre den hinteren sensoriellen Sphären gegenüberzustellen[30], so glaube ich Sie heute zu einem tieferen Verständnisse auch dieses Rindenabschnittes führen zu können.

Um es sogleich mit einem Worte zu sagen: unser Rindenabschnitt *CDE* ist die Fühlsphäre des Hundes. Wie die Rinde im Hinterhauptslappen zum Gesichtssinne und im Schläfenlappen zum Gehörssinne, so steht sie im Scheitellappen in Beziehung zum Gefühlssinne; und wie dort, so ist sie auch hier der Ort, wo die Wahrnehmung statthat und die Vorstellungen, die Erinnerungsbilder der Wahrnehmungen, ihren Sitz haben. Nur ist es, wohlbemerkt, nicht der Gefühlssinn der Haut allein, um welchen es sich hier handelt, sondern der Gefühlssinn im weiteren Sinne, der Gefühlssinn des Körpers.

Sehen wir zu, welche Wahrnehmungen diesem Gefühlssinne zukommen und welche Vorstellungen hier aus den Wahrnehmungen fliessen.

Indem die Hautempfindungen zum Bewusstsein kommen, führen sie zu zweierlei Wahrnehmungen oder, wie wir in diesem Gebiete die Wahrnehmungen gut bezeichnen, Gefühlen: dem Berührungs- oder Druckgefühle und dem Temperaturgefühle. Von dem letzteren, das sich bei den Thieren nicht untersuchen lässt, dürfen wir hier absehen. Aus dem ersteren, das mit Localzeichen ausgestattet ist, gehen die Berührungs- oder Druckvorstellungen hervor, die Vorstellungen über die Existenz und die Lage der die Haut berührenden Objecte, wie über die Ausdehnung, in welcher, und die Kraft, mit welcher die Objecte auf die Haut wirken. Dazu kommen durch die Muskelempfindungen die Muskelgefühle, die mit weniger entwickelten Localzeichen versehenen Wahrnehmungen vom Zustande der Muskeln, ihrer Contraction, ihrer Dehnung, ihrer Spannung u. s. w. Aus den Muskelgefühlen allein resultiren Vorstellungen nicht; aber die Muskelgefühle können mit den Berührungs- oder Druckgefühlen für die Berührungs- oder Druckvorstellungen zusammentreten, und ausserdem liefern beiderlei Gefühle vereint die recht scharfen Vorstellungen über die jeweilige Lage der Körpertheile, wie über die Lageveränderung der Körpertheile bei passiver Bewegung derselben. Endlich bilden eine

letzte Gruppe von Gefühlen die Innervationsgefühle, die Wahrnehmungen der Bewegungsanregung bei der activen Bewegung der Körpertheile: Gefühle, welche nie isolirt, sondern immer in Verbindung mit Druck- und Muskelgefühlen vorkommen. Für jede geordnete und dem Zwecke angepasste Bewegung stehen die dreierlei Gefühle in einer bestimmten festen Beziehung; und sie lassen vereint entstehen einmal die Bewegungsvorstellungen, die Vorstellungen von den activen Bewegungen der Körpertheile, und zweitens die Tastvorstellungen, die Vorstellungen von der Form, der Ausdehnung u. s. w. der Objecte, welche die in Bewegung begriffenen Körpertheile berühren. Weitere Gefühle hat das normale Thier nicht. Wollte man noch ganz undeutliche Gelenkgefühle annehmen, vermittelt durch die sensiblen Nerven der an den Gelenken befindlichen Theile, so würden diese doch eine besondere Beachtung nicht erfordern, weil sie immer nur bei der Bildung der Vorstellungen über die Lage und die Bewegungen der Körpertheile mit den anderen Gefühlen zusammenwirken würden.

Nichts anderes aber ist es nun, das nach Exstirpationen im Bereiche unseres Rindenabschnittes CDE zur Beobachtung kommt, als der Verlust und die allmähliche Restitution derjenigen Vorstellungen, in den schwereren Fällen auch der Verlust derjenigen Wahrnehmungen, von welchen eben die Rede war.

Hat man einem Hunde eine Stelle der Rinde im Bereiche von CDE an einer Hemisphäre exstirpirt, so bestehen, wenn die entzündliche Reaction vorüber, ausschliesslich, aber auch regelmässig Störungen der Motilität und der Sensibilität an der gegenseitigen Körperhälfte, und zwar je nach der Lage der Exstirpationsstelle an dem einen oder dem anderen Körpertheile. Mit der Zeit bilden sich dann die Störungen allmählich zurück, bald nur unvollkommen, bald vollkommener, so dass im günstigsten Falle unser Hund schliesslich das Verhalten des normalen Hundes wiedergewinnt.

Sieht man von allen feineren Unterscheidungen vorerst ab, so kann man im Bereiche von CDE von einer Kopfregion E, einer Vorderbeinregion D und einer Hinterbeinregion C sprechen, indem immer Verletzungen innerhalb der Strecke E Störungen am Kopfe, Verletzungen innerhalb der Strecke D Störungen am Vorderbein und Vorderrumpf, endlich Verletzungen innerhalb der Strecke C Störungen am Hinterbein und Hinterrumpf mit sich bringen. Je ausgedehnter die Exstirpationsstelle innerhalb einer und derselben Region ist, desto hochgradiger sind von vorneherein die entsprechenden Störungen, und desto langsamer und desto unvollkommener bilden sie sich zurück. Dagegen ist es ohne Einfluss sowohl auf die anfängliche Grösse dieser Störungen, wie auch die Restitution, ob und wie weit die Exstirpation noch eine andere Region betroffen hat. Es sind nur natürlich die Störungen überhaupt desto

weiter über die Körperhälfte ausgebreitet, je mehr Regionen zugleich verletzt sind.

Dass die Störungen die Motilität betreffen, darüber ist seit den Versuchen der HH. Fritsch und Hitzig, die hier die Bahn eröffneten, alles einig.[31] Allein die Störungen der Sensibilität, welche Hr. Schiff zuerst erkannte[32], hat Hr. Hitzig noch neuerdings[33] bloss für ausgedehntere oder tiefere Läsionen zugeben mögen. Nun stehen mir allerdings für den Fall „ganz geringfügiger“ Läsionen der Rinde keine Erfahrungen zu Gebote; und es will mir nur, wenn ich unsere groben Methoden der Sensibilitätsprüfung der Thiere erwäge, nichts natürlicher scheinen, als dass unter diesen Umständen an der so gegliederten und beweglichen Extremität eine sehr beschränkte Sensibilitätsstörung unserer Beobachtung sich noch entzieht, wo doch schon bei einer der mannigfachen Bewegungsformen eine leichte Motilitätsstörung sich uns offenbart. Ganz gewiss aber ist Hr. Hitzig nicht im Rechte, wenn, um was allein es sich hier handelt, nicht gerade ganz geringfügige, aber auch nicht tief eindringende Läsionen gesetzt sind. Denn nach Exstirpationen von wenigen Mm. Ausdehnung in Länge und Breite und von der gewöhnlichen Tiefe von etwa 2^{mm} habe ich regelmässig Sensibilitätsstörungen constatirt; ja, ich habe sogar mehrfach, wenn die Läsionen in der Kopfregion *E* gesetzt waren, diese Störungen viel leichter nachweisbar gefunden als die Motilitätsstörungen.

Doch sind die Störungen als Motilitäts- und Sensibilitätsstörungen überhaupt nur schlecht charakterisirt, und gerade auf eine bessere Auffassung und Würdigung derselben kommt es an. Dafür wollen wir, um nicht gar zu weit in Einzelheiten uns zu verlieren, an die Exstirpationen innerhalb einer einzigen Region uns heften, und wir wählen die Vorderbeinregion *D*, weil das Vorderbein mit seiner Beweglichkeit und Empfindlichkeit gewissermassen die Mitte hält zwischen dem Kopfe, an welchem die Beweglichkeit, und dem Hinterbeine, an welchem die Empfindlichkeit mehr zurücktritt. Es sind aber nach Verletzungen der Regionen *E* und *C* wesentlich dieselben Störungen, nur theilweise umständlicher, am Kopfe und am Hinterbeine wahrzunehmen.

Lassen Sie uns einen Hund betrachten, welchem eine grössere Partie der Rinde innerhalb der Strecke *D* an der einen, sagen wir der linken Hemisphäre exstirpirt ist. Die Absonderheiten, welche sich darbieten, sind Ihnen im bunten Durcheinander wohl schon alle bekannt geworden durch die vielen Schilderungen, welche die letzten Jahre gebracht haben: ich führe sie Ihnen sogleich gruppirt vor, wie sie zusammengehören. Wenn das Fieber vorüber, am 3.—5. Tage nach der Operation constatiren wir folgendes:

1) den Verlust der Berührungs- oder Druckvorstellungen für das rechte Vorderbein. — Berühren wir eines der drei anderen Beine mit

dem Finger oder ganz leicht mit der Nadelspitze, so sieht der Hund sofort hin oder beisst sogar, wenn er bösartig ist, sofort zu; und sobald wir nur ein wenig drücken oder stechen, hebt der Hund auch das Bein und sucht es uns zu entziehen. Verfahren wir ebenso am rechten Vorderbeine, so bleibt der Hund, selbst wenn wir viel stärker drücken und stechen, ganz theilnahmlos; und erst nach sehr starkem Drucke oder nach tiefem Einstiche tritt ein Heben des Beines ein, doch ohne dass der Hund hinsieht oder zubeisst. Beim Angriffe dieses Beines sehen wir also nichts weiter als den einfachen Reflexvorgang, wie er sich auch nach Exstirpation oder encephalitischer Zerstörung des ganzen Grosshirns zeigt.

2) den Verlust der Lagevorstellungen für das rechte Vorderbein. — Wir können dieses Bein adduciren und abduciren, nach vorn und nach hinten schieben, in den Gelenken beugen und strecken, mit dem Fussrücken auf den Boden setzen und so weiter mit ihm machen was wir wollen, der Hund widerstrebt nicht im mindesten der Lageveränderung und lässt das Bein in jeder beliebigen Lage verharren, bis er Gehbewegungen macht. Jeder Lageveränderung eines anderen Beines hingegen setzt der Hund von vorneherein und ohne Unterlass durch Contraction der Muskeln dieses Beines Widerstand entgegen, und er führt das Bein, vom Zwange befreit, sofort in die ihm bequeme Lage zurück.

3) den Verlust der Bewegungsvorstellungen für das rechte Vorderbein. — Dass dieses Bein reflectorisch bewegt wird, haben wir schon vorhin gesehen. Auch bleiben seine Bewegungen da nicht aus, wo sie zugleich oder in regelmässigem Wechsel mit den Bewegungen der anderen Beine zu erfolgen haben, beim Gehen, Laufen, Springen. Aber anderweitig ist dieses Bein durchaus bewegungslos, kommt eine active Bewegung dieses Beines allein nie zustande. Der Hund war darauf eingeübt, wenn man die Hand an seinem Auge vorbeibewegte, die gleichseitige Pfote, ebenso auf den Ruf „Pfote“ die eine Pfote, auf den Ruf „andere Pfote“ die zweite Pfote zu geben; jetzt giebt er die linke Pfote gerade wie zuvor, aber eben diese Pfote auch dann, wenn er die rechte geben sollte. Nach Fleisch, Knochen u. a. Nahrungsmitteln, die er heranholen oder, wenn man sie fortzieht, in seinem Bereiche zurückhalten will, greift der Hund immer mit dem linken, nie mit dem rechten Vorderbeine. Juckt es ihn an der Wunde, er führt immer nur das linke, nie das rechte Vorderbein an sie heran, und er kratzt auch sonst immer nur mit dem linken Vorderbeine. Hebt man ihn an dem linken Vorderbeine in die Höhe, oder bringt man ihn irgendwie anders in eine Lage, in welcher er einer weiteren Unterstützung durch das rechte Vorderbein bedarf, und in welcher der normale Hund dieses Vorderbein auch jedesmal sofort zur Stütze heranzieht, so bleibt doch hier dieses Bein unbewegt. Stellt man den Hund auf den Tisch und zieht das

rechte Vorderbein über den Tischrand hinaus, so dass es frei herunterhängt, so führt der Hund es nicht zurück; und doch ist kein Zweifel, dass er die gefährliche Lage des Beines sehr wohl sieht, da er später, zum Gehen angeregt, nicht herunterfällt, sondern zunächst so lange mit dem Rumpfe und den ungeschädigten Beinen arbeitet, bis das rechte Vorderbein wieder auf den Tisch zu stehen gekommen ist.

4) den Verlust der Tastvorstellungen für das rechte Vorderbein. — Ich erwähnte schon, dass dieses Bein beim Gehen und Laufen des Hundes sich noch mitbewegt. Es steht also die Region *D* in keiner Beziehung zu dem Centrum für die Gehbewegungen, das unterhalb des Grosshirns gelegen ist, durch dessen reflectorische Erregung auch nach encephalitischer Zerstörung des ganzen Grosshirns auf starke Reizung des Schwanzes oder des Beines die Gehbewegungen auftreten. Doch ist es nur, so zu sagen, die grobe Mechanik des Gehens, welche wir in diesem Falle beobachten, die gesetzmässige Folge der Thätigkeit der Beine mit der wechselnden Beugung und Streckung eines jeden Beines; und diese grobe Mechanik reicht für das wirkliche Gehen des Lebens nicht aus. Dafür müssen die Gehbewegungen noch besonders den jedesmaligen äusseren Bedingungen des Gehens angepasst sein, vornehmlich der Beschaffenheit des Bodens, seiner Härte, seiner Unebenheit, seiner Glätte u. s. f.; dafür muss noch eine Regulation der groben Mechanik erfolgen, eine Regulation, welche die durch die Bewegungen der Beine entstandenen Tastvorstellungen vermitteln, indem sie die erforderliche Abänderung der Muskelthätigkeit herbeiführen. Es wird demnach, sobald die Tastvorstellungen von seiten eines Beines fortgefallen sind, für dieses Bein die grobe Mechanik des Gehens nicht mehr regulirt, und das Bein muss sich, vollends wenn zugleich die Bewegungsvorstellungen des Beines fehlen, durch die Ungeschicktheit und die Unzweckmässigkeit seiner Bewegungen vor den anderen Beinen auszeichnen. Das ist es aber gerade, was für das rechte Vorderbein unseres Hundes sich ergiebt. Unser Hund geht zwar mit diesem Beine, aber er geht mit ihm nicht gut: er hebt es bald zu hoch, bald zu wenig hoch, bringt es bald zu weit, bald zu wenig weit nach vorn, setzt es bald mit der Sohle, bald mit dem Fussrücken auf, gleitet mit dem Beine aus u. s. f. Auf freiem, ebenem, festem Boden inmitten des Gehens oder Laufens tritt die Ungeschicktheit des Beines am wenigsten hervor; sie macht sich am auffälligsten bemerklich, wo es besondere Terrainschwierigkeiten zu überwinden gilt, z. B. beim Passiren der Treppe, deren Stufen das Bein häufig verfehlt, beim Gehen auf dem Tische, dessen Rand das Bein leicht überschreitet.

Derart also ist der Befund bei unserem Hunde am 3.—5. Tage nach der Operation. Wir beobachten ihn weiter. Von Tag zu Tag mindert sich die Druckgrösse, die erforderlich ist, die Hebung des rechten Vorderbeines zu veranlassen; aber der Hund sieht zunächst noch immer

nicht hin. Erst im Laufe der zweiten Woche tritt dieses Hinsehen ein. Ist der Hund bösartig, so sind seine Beissversuche anfangs noch ungefährlich, da sein Kopf nur ungefähr in der Richtung nach der Druckstelle hin sich bewegt; doch schon nach einigen Tagen trifft der Hund die Druckstelle genau. Auch das Gehen mit dem rechten Vorderbeine hat sich inzwischen etwas gebessert, so dass die Ungeschicktheit der Bewegungen nicht mehr so auffällig wie zu Anfang ist: das Bein gleitet seltener aus, kommt seltener mit dem Fussrücken auf den Boden zu stehen, schlägt seltener gegen die Treppenstufen, verfehlt dieselben seltener u. s. w. Aber im übrigen sind die Abnormitäten noch vorhanden. Etwas später erscheint bei den passiven Bewegungen des rechten Vorderbeines ein Zucken im Beine, das Zucken nimmt von Tag zu Tag zu, immer fühlbarer wird von seiten des Hundes Widerstand geleistet, endlich macht sich auch ein Bestreben bemerklich, das verstellte Bein zurückzuführen. Den Zweck wirklich erreichen zu lassen, dafür sind die Muskelbewegungen vorerst allerdings noch viel zu schwach, aber sie werden immer stärker und stärker, bis, wenn etwa 4 Wochen nach der Operation verflossen sind, die Reposition wirklich gut zustandekommt. Wiederum hat mittlerweile die Ungeschicktheit des rechten Vorderbeines beim Gehen abgenommen. Aber wenn auch noch seltener als vorher, hin und wieder gleitet doch immer noch das Bein aus, tritt über den Tischrand hinaus, schlägt gegen die Treppenstufen, bleibt zum Schlusse des Gehens auf dem Fussrücken stehen, u. s. f.; und immer noch fehlt jede Spur einer anderweitigen activen Bewegung des Beines. Für die Beseitigung dieser letzten Abnormitäten bedarf es noch mehrerer Wochen, und erst 8—10 Wochen nach der Operation ist unser Hund vom unversehrten Thiere nicht mehr zu unterscheiden.

Ich habe Ihnen diesen Hund gewissermassen als Paradigma vorgeführt, weil hier sowohl der Verlust aller Gefühlsvorstellungen durch die Exstirpation, als auch die Neubildung aller Gefühlsvorstellungen nach der Exstirpation zur Beobachtung kommt. Dass die Neubildung gerade so vorschreitet, wie ich Ihnen vorhin die Entstehung aller Gefühlsvorstellungen zergliedert habe, dass nämlich erst die einfacheren, dann die verwickelteren Vorstellungen sich wieder einfinden, das ist Ihrer Aufmerksamkeit sicher nicht entgangen. Nunmehr reichen wenige Worte hin, um Sie die Folgen der Läsionen der Region *D* auch ganz im allgemeinen übersehen zu lassen.

Nach den kleinsten Exstirpationen von nur wenigen Mm. Ausdehnung in Länge und Breite habe ich manchmal den völligen Verlust der Tast- und Bewegungsvorstellungen beobachtet, manchmal jedoch bloss den theilweisen Verlust derselben. In den letzteren Fällen sah man den Hund, so schlecht er auch mit dem in Frage kommenden Beine ging, dieses Bein doch gut an seine Kopfwunde führen oder gut mit ihm

die Pfote geben u. dgl. m. Die Druck- und Lagevorstellungen waren immer erhalten und nur etwas unvollkommener als normal: es bedurfte eines stärkeren Druckes, dass der Hund aufmerksam wurde und das Bein hob, auch wurde der Lageveränderung des Beines ein kleinerer Widerstand entgegengesetzt. Die Restitution war hier immer eine vollständige und öfters schon in 2, längstens aber in 4 Wochen beendet. Nach grösseren Exstirpationen waren entweder alle Gefühlsvorstellungen fortgefallen, oder es war höchstens noch ein Rest der Druckvorstellungen übriggeblieben, indem zwar erst auf sehr starken Druck, aber doch noch unter Hinsehen des Hundes das Bein sich hob. Dieser Gruppe von Fällen gehört unser Paradigma an. Auch hier trat regelmässig innerhalb 6—10 Wochen eine völlige Restitution ein. Nach wieder grösseren Exstirpationen war die Restitution immer eine unvollkommene: wohl die Druckvorstellungen und allmählich auch die Lagevorstellungen kehrten wieder, nicht aber die Tast- und Bewegungsvorstellungen; das Äusserste, das erreicht wurde, war, dass das passiv bewegte Bein annähernd in seine ursprüngliche Lage zurückgeführt wurde, und darüber hinaus war durch viele Wochen hindurch nicht der mindeste Fortschritt bemerkbar. Endlich nach den grössten Exstirpationen, die ich ausgeführt habe, war die Restitution noch unbedeutender, indem nur die Druckvorstellungen sich in einigen Wochen wiederherstellten und in ebendieser Zeit das Gehen mit dem Beine sich etwas besserte, dabei es dann aber auch durch Monate verblieb. In diesen letzten Fällen war fast die ganze Strecke *D* Fig. 1 exstirpirt; bloss ein Streifen an der Falx und ein schmaler Streifen an der Grenze des Gyrus supersylvius waren erhalten.

Nach alledem ist die Sachlage so klar, wie es fürs erste nur gewünscht werden kann. Die Rinde des Scheitellappens des Hundes ist die Fühlsphäre der gegenseitigen Körperhälfte, und sie zerfällt in eine Anzahl Regionen, deren jede zu einem besonderen Theile dieser Körperhälfte in Beziehung gesetzt ist. In den wahrnehmenden centralen Elementen einer Region enden bei einander die Fasern, welche die Haut-, die Muskel- und die Innervationsgefühle des zugehörigen Körpertheiles vermitteln, und innerhalb der Region haben auch die Gefühlsvorstellungen ebendieses Körpertheiles ihren Sitz, so dass die Region die selbstständige Fühlsphäre des zugehörigen Körpertheiles, z. B. des Vorderbeines oder des Hinterbeines, vorstellt. Im Bereiche jeder solchen Fühlsphäre eines Körpertheiles bringen kleine Exstirpationen den theilweisen Verlust der Gefühlsvorstellungen des Körpertheiles, grössere Exstirpationen den völligen Verlust der Gefühlsvorstellungen des Körpertheiles — Seelenlähmung (Seelenbewegungs- und Seelengefühllosigkeit) des Körpertheiles — mit sich; doch können in dem Reste dieser Fühlsphäre die Gefühlsvorstellungen sich von neuem bilden. Durch noch grössere Exstirpationen erscheinen auch die Gefühle selbst

geschädigt, und nur ein Theil der Gefühlsvorstellungen vermag sich wiederherzustellen; jene Schädigung und diese Unvollkommenheit der Restitution sind dabei desto grösser, je weniger von der Fühlsphäre noch erhalten blieb. Die völlige Zerstörung der Fühlsphäre eines Körpertheiles muss den bleibenden Verlust aller Gefühle und Gefühlsvorstellungen des Körpertheiles — Rindenlähmung (Rindenbewegungs- und Rindengefühllosigkeit) des Körpertheiles — zur Folge haben.

Es kommen also in jeder Grosshirnhemisphäre der Fühlsphäre dieselben Functionen für den Gefühlssinn der gegenseitigen Körperhälfte zu, wie der Sehsphäre für deren Gesichtssinn, nur sind die Theile der Fühlsphäre weniger gleichwerthig als die der Sehsphäre. Wohl können dieselben Gesichtsvorstellungen in den verschiedensten Partien der Sehsphäre entstehen, aber in den verschiedenen Regionen der Fühlsphäre können dieselben Gefühlsvorstellungen nur insoweit sich bilden, als sie so objectiv sind wie die Gesichtsvorstellungen, also Berührungs- oder Tastvorstellungen sind, bei welchen von dem berührenden oder tastenden Körpertheile abstrahirt ist. Alle anderen Gefühlsvorstellungen sind, eben wegen ihrer Subjectivität, örtlich geknüpft an eine bestimmte Region der Fühlsphäre, an die Region, welche dem Gefühlssinne des betreffenden Körpertheiles zugehört, in welcher die Endigungen anzunehmen sind der die Gefühle vermittelnden Fasern der Haut des betreffenden Körpertheiles, seiner Muskeln und auch der Ganglien oder Centren, welche die Bewegungen des Körpertheiles anregen.

Mit den letzten Worten habe ich eine Lücke ausgefüllt, welche ich vorher übrigliess. Die Wahrnehmungen und die Vorstellungen im Gebiete des Gefühlssinnes sind von den verschiedenen Gelehrten so verschieden bezeichnet und so verschieden definirt worden, dass ohne eine besondere feste Grundlage unser Studium der Fühlsphäre geradezu unfruchtbar gewesen wäre. Deshalb habe ich Ihnen vorhin, als wir in die Betrachtung der Fühlsphäre eintraten, eine Uebersicht der Gefühlswahrnehmungen gegeben, indem ich die Organe des Körpers durchging, deren Nerven Gefühlswahrnehmungen vermitteln, und aus den Gefühlswahrnehmungen die Gefühlsvorstellungen entwickelt. Doch bei den Innervationsgefühlen habe ich mich dort darauf beschränkt, sie als die Wahrnehmungen der Bewegungsanregung bei der activen Bewegung der Körpertheile zu definiren, und so blieb mir nachzuholen, welche Organe des Körpers es sind, deren Veränderungen als Innervationsgefühle zum Bewusstsein kommen. Diese Organe sind, wie ich es schon eben zu erkennen gab, die unterhalb der Grosshirnrinde im Hirn und Rückenmark befindlichen Ganglien oder Centren, welche die Bewegungen der Körpertheile anregen. Da in der frühesten Jugend des Thieres aus den ersten, bloss reflectorischen Bewegungen die Bewegungsvorstellungen in der Fühlsphäre sich entwickeln; da bei dem erwachsenen Thiere die Bewegungs-

vorstellungen eines Körpertheiles in dessen Fühlsphäre auch dann entstehen, wenn, wie bei den Gehbewegungen, diese Fühlsphäre an der Herbeiführung der Bewegungen unbetheiligt ist; da endlich bei demselben Thiere, nach der Exstirpation der Rinde in einer Region der Fühlsphäre, die verlorenen Bewegungsvorstellungen des Körpertheiles aus den reflectorischen und Gehbewegungen des Körpertheiles sich von neuem bilden: so kann es nicht anders sein, als dass, wie von der Haut und von den Muskeln, so auch von den Bewegungscentren oder Ganglien unterhalb der Grosshirnrinde Fasern zu dieser hinaufsteigen, welche die Wahrnehmung von der Thätigkeit der Centren vermitteln.

Unsere Innervationsgefühle sind aber vorläufig wohl zu unterscheiden von dem, was man sonst vielfach auch „Innervationsgefühl" genannt hat[34], von der „Wahrnehmung der Intensität der Willensanstrengung bei der willkürlichen Bewegung". „Wille" und „willkürliche Bewegung" mit Sitz und Ursprung in der Grosshirnrinde sind zwar recht bequeme und mögen darum auch gute Bezeichnungen sein, aber eine thatsächliche physiologische Unterlage haben sie nicht. Was wir von der Grosshirnrinde wissen, ist, dass sie der Ort der Wahrnehmungen und der Sitz der Vorstellungen ist. Danach ist bloss die Annahme zulässig, welche mit etwas anderem Inhalte schon Hr. Meynert[35] und unter uns Hr. Wernicke[36] ausgesprochen haben, dass die Bewegungsvorstellungen die Ursachen der sogenannten willkürlichen Bewegungen sind, dass mit dem Entstehen einer Bewegungsvorstellung in einer gewissen Grösse — und zwar mit ihrem Entstehen auf dem Wege der Association, nicht der sie constituirenden Gefühle — eo ipso die betreffende Bewegung gesetzt ist, wenn nicht anderswoher eine Hemmung erfolgt, und dass die Bewegung desto grösser ist, je grösser die ihr zugrundeliegende Bewegungsvorstellung ist. Mithin könnte jene „Wahrnehmung der Intensität der Willensanstrengung bei der willkürlichen Bewegung" das Attribut einer Bewegungsvorstellung sein; eine wirkliche Wahrnehmung könnte immer nur mittelbar, vom „Willen" ganz losgelöst, statthaben, und sie würde alsdann nichts anderes sein als unser Innervationsgefühl.

Ich komme auf die eben berührte Frage vielleicht das nächste Mal zurück, wenn ich von der Fühlsphäre des Affen handele, welche die nämliche Lage hat wie die des Hundes und unmittelbar vor der Sehsphäre sich befindet. Für heute will ich schliessen, indem ich betone, dass die verschiedenen Sphären der Grosshirnrinde, welche ich besprach, ein zusammenhängendes Ganzes bilden. Wenn ich in Fig. 1 zwischen *A* und *B* einerseits, *CDE* andererseits eine Lücke liess, so wollte ich damit nur sogleich beim Anblick der Figur die Aufmerksamkeit darauf lenken, dass die Grenzen der verschiedenen Sphären, ebenso auch die Grenzen der verschiedenen Regionen in der Fühlsphäre, noch nicht genau

sich haben bestimmen lassen, und dass gerade die verschiedenen Grenzgebiete noch eine besondere Untersuchung verdienen.

Anmerkungen.

[17] S. o. S. 11.

[18] S. o. S. 10.

[19] S. o. S. 17; vgl. auch S. 18—9.

[20] S. o. S. 17.

[21] Diesem Fehllaufen (und dem unten in der fünften Mittheilung beschriebenen Fehlschnappen) des Hundes entsprechend ist von Goltz 1884 (Pflüger's Arch. Bd. 34. S. 489) nach ausgedehnterer Verletzung eines Hinterhauptslappens ein falsches Emporspringen des Hundes nach dem Bissen beobachtet und, weil „aus der Sehstörung allein nicht zu begreifen“, „durch eine wider den Willen des Thieres erfolgende falsche Innervation“ erklärt worden. Kurz vorher hatte schon Goltz' Schüler Loeb (ebenda, S. 110) das Vorbeischiessen am Ziele, das er nach wiederholten Verletzungen eines Hinterhauptslappens gesehen hatte, als eine Motilitätsstörung angesprochen. Später (ebenda, Bd. 39. 1886. S. 281—3) handelt es sich jedoch dabei für Loeb immer auch um eine Sehstörung. Das Bemerkenswerthe ist, dass schliesslich Loeb die Störung einführt als „eine Erscheinung, welche *von Goltz und von mir (sc. Loeb) schon beschrieben ist*“ (ebenda, S. 281).

[22] S. o. S. 17.

[23] S. o. S. 18.

[24] Ich habe diese Bezeichnung im Jahre 1877 nach vieler Ueberlegung gewählt und ihr vor „Vorstellungsblindheit“ oder „Erinnerungsblindheit“, die am nächsten lagen, aus guten Gründen den Vorzug geben zu müssen geglaubt. Indem ich wiederholt definirte: Seelenblindheit = Fehlen der Gesichtsvorstellungen, der Erinnerungsbilder der Gesichtswahrnehmungen (s. o. S. 10, 15, 22), durfte ich die Benutzung von „Seele“ für gerade so unbedenklich halten, wie wenn ich α Blindheit oder β Blindheit gesagt hätte. Dass trotzdem Missverständnisse von seiten flüchtiger Leser nicht ausgeblieben sind, kann mich um so weniger veranlassen die Bezeichnung aufzugeben, als ich eine bessere noch bis heute nicht gefunden habe. Vielleicht söhnt es übrigens manchen mit dem Ausdrucke aus, dass derselbe sich als von sehr hohem Alter herausgestellt hat. Hr. v. Helmholtz war so freundlich, mich darauf aufmerksam zu machen, dass Oedipus zu Teiresias sagt:

(ἀληθείας σθένος) . . . „σοὶ δὲ τοῦτ' οὐκ ἔστ', ἐπεὶ
τυφλὸς τά τ' ὦτα τόν τε νοῦν τά τ' ὄμματ' εἶ.“

(Sophoclis Oedipus Tyrannus, Edit. Nauck, 370.)

[25] Angesichts dieser Auseinandersetzung wird man es nicht glauben wollen, und doch ist es so, dass Goltz 1879 immer davon spricht, dass nach meiner Lehre die Thiere *„bloss die Erinnerungsbilder verloren haben“* (Pflüger's Arch. Bd. 20. S. 44, 45). Und selbst noch nach meiner fünften bis siebenten Mittheilung (s. unten) macht Goltz 1881 (ebenda, Bd. 26. S. 43) gegen mich geltend: „Diese Hypothese (sc. der Seelenblindheit) ist durchaus unzureichend. Die Thiere haben, wenn sie eine *dauernde Hirnsehschwäche* zeigen, nicht bloss die Erinnerungen an frühere Gesichtswahrnehmungen eingebüsst, sondern sie haben auch offenbar nicht mehr die alte Fähigkeit, aus neuen Gesichtseindrücken etwas zu lernen. Sie leiden unter einer sehr auffälligen Wahrnehmungsschwäche. Um ein Gleichniss anzuwenden, so ist die Schrift in dem Buche ihres Gedächtnisses nicht bloss ausgelöscht, sondern das Buch selbst ist bis auf wenige Blätter vernichtet.“ Ferner

(ebenda, S. 47): „Ein sehr ansehnlicher Theil der Grosshirnrinde des Hinterlappens wird von Munk als Sehsphäre bezeichnet. Der bei weitem grösste Theil dieser Sehsphäre ist nach ihm aber reiner Luxus. Die Erinnerungsbilder der Gesichtswahrnehmungen sollen sich wie Schafe im Gewitter auf ein ganz enges Plätzchen zusammendrängen, welches ungefähr nur zwei Siebentel der gesammten Sehsphäre einnimmt. Wird diese kleine Stelle, welche beim Menschen etwa als Macula lutea des Hirnabklatsches der Netzhaut anzusehen ist, beiderseits zerstört, so wird das Thier zunächst blind, und lernt erst allmählich, wie ein Säugling mit Hilfe des Restes der Sehsphäre, wieder sehen. Fünf Siebentel der Sehsphäre, ein so grosser Abschnitt der Hinrinde, sollen also nur zu dem Zweck vorräthig sein, damit ein Hund, der einem Physiologen in die Hände fällt, wieder sehen lernt, wenn ihm dieser die zusammengedrängten Erinnerungsbilder herausschneidet. Alle Hunde, die diesem Schicksale entgehen, und deren dürften doch seit Erschaffung des Hundes recht viele gewesen sein, tragen Zeitlebens fünf Siebentel ihrer Sehsphäre als müssiges Brachfeld mit sich herum. Ein sonderbares Ding von Hypothese!“

Aber allem setzt die Krone auf, was — auch noch nach meiner zwölften Mittheilung (s. unten) — Goltz den Laien bietet, wo er 1885 in der „Deutschen Rundschau, herausgegeben von Julius Rodenberg“ (12. Jahrg. Heft 2 u. 3) „die Streitfragen bezüglich der Verrichtungen des Gehirns der allgemeinen Beurtheilung unterbreitet“ (S. 264). Ich gebe eine Blumenlese: „Die Vernichtung der bevorzugten Stelle der Sehsphäre löscht (nach Munk) alle angesammelten Erinnerungsbilder des Gesichtssinnes aus. Daher scheint ein Thier nach Zerstörung derselben zunächst vollständig blind“ (S. 281) . . . „Nach der Munk'schen Lehre soll bei Weitem der grösste Theil der Sehsphäre d. i. ein sehr ansehnlicher Abschnitt der Grosshirnrinde vollständig überflüssig sein.“ . . „Es ist vollständig unrichtig, dass bloss die Ausschaltung der von Munk angegebenen bevorzugten Stelle Sehstörung zur Folge haben soll. Es kann im Gegentheil keinem Zweifel unterliegen, dass ebenso die Zerstörung jeder beliebigen anderen Stelle des Hinterhauptslappens mit Einschluss der basalen Fläche desselben unverkennbare Sehstörungen hervorbringen kann . . . Nach Munk müsste es ganz gleichgültig sein für den unmittelbar auf die Operation folgenden Grad der Sehstörung, ob man einem Thiere nur die bevorzugte Stelle oder die ganze Sehsphäre und mehr wegnimmt. Auch diese Behauptung ist irrig. Je grösser das entfernte Rindenstück, um so schwerer ist die Sehstörung, wobei es nicht in Betracht kommt, ob gerade die bevorzugte Stelle mit in das Zerstörungsgebiet fällt oder nicht“ (S. 282). . . (Es ist von „Hunden, welche die Hinterhaupts*lappen* eingebüsst haben“, die Rede.) „Munk vermeint diese Sehstörung davon ableiten zu können, dass den Thieren die Erinnerungsbilder weggeschnitten sind, die sich in der Sehsphäre angesammelt haben. Nach neuen Erfahrungen soll mit der Anhäufung neuer Erinnerungsbilder in dem Rest der Sehsphäre die Seelenblindheit wieder schwinden. Nach vollständiger Zerstörung beider Sehsphären soll dauernde absolute Blindheit folgen. Ist dagegen ein Rest der Sehsphären zurückgelassen, so soll höchstens vorübergehende Seelenblindheit zu Stande kommen. Beide Behauptungen sind unrichtig. Auch nach vollständiger Vernichtung beider sogenannter Sehsphären wird ein Hund keineswegs dauernd blind. . . Ebenso irrig ist die zweite Angabe Munk's. Ein Hund, der nur geringe Reste der sog. Sehsphären behalten hat, kommt trotz monatelanger Erfahrungen nie wieder in den Vollbesitz des Wahrnehmungsvermögens. Es sind ihm eben nicht bloss, wie Munk will, Erinnerungsbilder weggeschnitten, sondern die Fähigkeit, solche zu erwerben, ist dauernd herabgesetzt“ (S. 369).

Mir haben, während ich alle diese falschen Aussagen über meine „Lehre“ zusammenstellte, die vorhin (Anm. 24) citirten Worte von Oedipus nicht aus dem Sinn gewollt. Kann man anders als mit dem Kopfe schütteln, wenn man sieht, wie, um

mich zu bekämpfen, jenen falschen Aussagen gerade das entgegengehalten wird, was ich wirklich angegeben habe?

[26] S. o. S. 12 u. Anm. 12.

[27] In Ergänzung der Anm. 25 sei angeführt, was Goltz hierzu bemerkt. Die Beobachtung scheine ihm für die Richtigkeit seiner Hypothese zu sprechen, indem es dem Thiere vorkomme, wie wenn ihm ein Schleier vor das Auge gezogen wäre, den es mit der Handbewegung zu entfernen strebe. In meinem Sinne seien die Handbewegungen dagegen ganz unverständlich. „Wenn das Thier an sich ganz gut sieht und nur die Erinnerungsbilder verloren hat, warum reibt es dann das Auge? Oder ist es Eigenthümlichkeit des Affen, sich die Augen zu reiben, wenn er sich besinnt, wie wir uns an die Stirn fassen, wenn wir unser Gedächtniss auffrischen wollen?" (Pflüger's Arch. Bd. 20. 1879. S. 45.) „L'épigramme vaut ce qu'elle vaut", kann ich mit Soury (Fonctions du cerveau, Doctrines de Goltz. Paris 1886. p. 48) sagen. Aber ist nicht in den unmittelbar vorhergehenden Zeilen von mir ausgeführt, dass alle Affen Störungen der Gesichtswahrnehmung zeigten (gewisse Mohrrübenstückchen gar nicht sahen) und gerade nur bei einigen von ihnen auch einzelne Erinnerungsbilder fehlten? — Natürlich meinte ich mit den Worten im Texte, dass der Affe, weil er dunkle Stellen in seinem Sehfelde bemerkt, fleckweise Trübungen an seinem Auge vermuthet und dieselben wegzuwischen oder wegzureiben sucht.

[28] Die Wildheit der Affen liess eine einfachere Ausschaltung des Auges nicht zu. Erst in den letzten Jahren haben wir einige Affen soweit zu zähmen vermocht, dass das Auge durch ein gutes Klebepflaster verschlossen gehalten werden konnte. — Ich bemerke bei der Gelegenheit, dass von den verschiedenen Affenarten, welche ich benutzte, Macacus cynomolgus am passendsten für die Versuche sich erwies; Cynocephalus war zu gross, Inuus Rhesus zu wild, Cercocebus sinicus zu wenig resistent.

[29] S. o. S. 10, 17.

[30] S. o. S. 10.

[31] Der Widerspruch, in welchem ich mich hier dem Wortlaute nach mit dem oben in der Einleitung S. 4 Gesagten befinde, ist nur ein scheinbarer und durch den Doppelsinn von „Motilitätsstörung", bezw. „Sensibilitätsstörung" bedingt. Hier handelt es sich immer um Bewegungsstörungen oder Abnormitäten in den Bewegungen, wie sie als Folgen der in Rede stehenden Exstirpationen allgemein anerkannt sind, und Empfindungsstörungen oder Abnormitäten in den Empfindungen. Dort in der Einleitung hingegen war in Frage, ob motorische Störungen, d. h. Störungen des bewegenden Apparates oder sensible Störungen, d. h. Störungen des empfindenden Apparates den beobachteten Bewegungsstörungen zugrundeliegen. Man sieht, schon die möglichen Zweideutigkeiten hätten die Worte „Motilitätsstörung" und „Sensibilitätsstörung" ganz verbannen lassen müssen, auch wenn die Folge oben im Texte nicht noch ganz andere Gründe dafür lieferte.

[32] S. o. S. 4. — Nothnagel hatte Störungen des Muskelsinnes nur vermuthet, während Schiff Störungen der Hautempfindungen, nachdem sie vorher immer in Abrede gestellt worden waren, constatirt hatte.

[33] R. Volkmann's Sammlung klinischer Vorträge, No. 112 (ausgegeben am 6. Juni 1877). S. 971, 972.

[34] Andere Bezeichnungen waren: „Muskelgefühl", „Bewegungsempfindung". Der Text giebt die präciseste Definition nach v. Helmholtz (Handbuch der physiologischen Optik. Leipzig 1867. S. 595, 797). Nach Wundt (Grundzüge der physiologischen Psychologie. Leipzig 1874. S. 316, 481, 485, 488, 584) hätte die Definition gelautet: „an die motorische Innervation geknüpfte centrale Empfindung (Empfindung aus centraler Reizung)". Die Existenz einer solchen Empfindung oder Wahrnehmung wird oben von mir bestritten. — In der neueren Rede von

v. Helmholtz (Die Thatsachen in der Wahrnehmung. Berlin 1879) würde ich der hierhergehörigen Ausführung S. 14 nicht beistimmen können, wohl aber den Schlusssätzen S. 15.

[35] Sitzungsberichte der Wiener Akademie der Wiss. Mathem.-naturw. Classe, Bd. 60, Abth. 2. 1869. S. 460; Arch. f. Psychiatrie, Bd. 2. 1870. S. 638; Wiener medic. Jahrbücher, 1872. S. 200; Zur Mechanik des Gehirnbaues. Vortrag. Wien 1874. S. 8—9, 18.

[36] Der aphasische Symptomencomplex. Eine psychologische Studie auf anatomischer Basis. Breslau 1874. S. 5, 7, 12.

Vierte Mittheilung.

(Vorgetragen in der Sitzung der Physiologischen Gesellschaft zu Berlin am 29. November 1878.)*

Meine Herren! Als ich das letzte Mal die Ehre hatte, von den Functionen der Grosshirnrinde vor Ihnen zu handeln, haben wir vor der Sehsphäre und der Hörsphäre des Hundes in der Rinde des Scheitellappens die Fühlsphäre der gegenseitigen Körperhälfte kennen gelernt, d. h. denjenigen Abschnitt der Grosshirnrinde, welcher der Ort der Gefühlswahrnehmungen — der Hautgefühle, der Muskelgefühle und der Innervationsgefühle — ist, und in welchem die Gefühlsvorstellungen ihren Sitz haben — die einfachen Druckvorstellungen, die zusammengesetzteren Lagevorstellungen und die noch mehr zusammengesetzten Tast- und Bewegungsvorstellungen. Verschiedene Regionen dieser Fühlsphäre ergaben sich den verschiedenen Körpertheilen zugeordnet, und wir unterschieden vorerst eine Kopfregion, eine Vorderbeinregion und eine Hinterbeinregion als die selbständigen Fühlsphären des Kopfes, des Vorderbeines und des Hinterbeines der gegenseitigen Körperhälfte. „Im Bereiche jeder solchen Fühlsphäre eines Körpertheiles", führte ich Ihnen aus, „bringen kleine Exstirpationen den theilweisen Verlust der Gefühlsvorstellungen des Körpertheiles, grössere Exstirpationen den völligen Verlust der Gefühlsvorstellungen des Körpertheiles — Seelenlähmung (Seelenbewegungs- und Seelengefühllosigkeit) des Körpertheiles — mit sich; doch können in dem Reste dieser Fühlsphäre die Gefühlsvorstellungen sich von neuem bilden. Durch noch grössere Exstirpationen erscheinen die Gefühle selbst geschädigt, und nur ein Theil der Gefühlsvorstellungen vermag sich wiederherzustellen; jene Schädigung und diese Unvollkommenheit der Restitution sind dabei desto grösser, je weniger von der Fühlsphäre noch erhalten blieb. Die völlige Zerstörung der Fühl-

---

* Verhandlungen der Physiologischen Gesellschaft zu Berlin, 1878/79. No. 4 u. 5 (ausgegeben am 20. December 1878); du Bois-Reymond's Arch. 1878. S. 547.

sphäre eines Körpertheiles", damit schloss ich die Ausführung, „muss den bleibenden Verlust aller Gefühle und Gefühlsvorstellungen des Körpertheiles — Rindenlähmung (Rindenbewegungs- und Rindengefühllosigkeit) des Körpertheiles — zur Folge haben."[37]

Mit der Fassung des letzten Satzes habe ich es damals klar zu erkennen gegeben, welcher Vervollkommnung meine Versuchsreihen noch bedurften. Es ist mir mit der Fühlsphäre gerade so ergangen, wie das Jahr zuvor mit der Sehsphäre. Wie Sie sich erinnern, war es mir erst nach einer grossen Zahl vergeblicher Versuche zweimal beim Hunde, zweimal, und zwar hier beiderseitig, beim Affen gelungen, nach sehr ausgedehnter Exstirpation der Sehsphäre die Gesichtsvorstellungen sich nicht wiederbilden und die Gesichtswahrnehmung für die Dauer geschädigt bleiben zu sehen. Die Seltenheit des Erfolges war nur zu gut verständlich, da so grosse continuirliche Exstirpationen der Rinde beträchtliche experimentelle Schwierigkeiten bieten, überdies aber auch wohl das Äusserste sind, was das Messer am Grosshirn wagen darf, wenn es auf die Erhaltung der Versuchsthiere ankommt. Es konnte deshalb nicht verwundern, dass ich an der Fühlsphäre noch nicht das Höchste zu erzielen vermocht hatte, dass ich nicht auch die einfachen Druckvorstellungen durch die Exstirpationen hatte für die Dauer zum Verschwinden bringen können; und in Anbetracht der Ergebnisse der Versuchsreihen, welche ich Ihnen das letzte Mal mittheilte, habe ich mich gewiss zunächst dabei beruhigen dürfen, dass ich nach den grössten Exstirpationen nicht bloss die Tast- und Bewegungsvorstellungen, sondern auch die Lagevorstellungen nicht hatte wiederkehren sehen. Indess hatte ich die Hoffnung nicht aufgegeben, dass auch für die Fühlsphäre der Nachweis ihrer Bedeutung gerade so vollkommen wie für die Sehsphäre sich würde führen lassen, und ich habe meine Hoffnung nicht getäuscht gesehen.

Die hierhergehörigen Bemühungen habe ich sämmtlich an die Vorderbeinregion geknüpft, weil diese Region sehr gut zugänglich ist, und weil zugleich am Vorderbeine die Prüfung der verschiedenartigen Gefühlsvorstellungen am besten sich durchführen lässt. So hatte ich im März d. J. einem grossen Hunde die ganze Vorderbeinregion der linken Hemisphäre exstirpirt. Als das Fieber vorüber war, boten sich neben Störungen am rechten Vorderbeine auch leichte ataktische Erscheinungen am rechten Hinterbeine dar, doch bildeten sich die letzteren rasch zurück und waren schon nach einigen Tagen ganz verschwunden. Zehn Tage nach der Operation war die Wunde per primam verheilt, und nun hätte man unseren Hund, besonders im Gehen oder Laufen, bei flüchtiger Betrachtung leicht für unversehrt halten können. Indess wies die genauere Untersuchung beträchtliche Störungen am rechten Vorderbeine nach, und diese Störungen bestanden nunmehr durch Wochen und Monate durchaus

unverändert in Qualität und Quantität fort, bis ich gegen Ende October den Hund, der von der Räude befallen war, musste tödten lassen. Die Störungen waren folgende: Auf glattem Boden glitt das rechte Vorderbein häufig aus, ebenso beim Treppenlaufen, wobei es auch öfters die Stufen verfehlte. Setzte der Hund zum Gehen oder Laufen an, so bewegte sich das Bein zunächst abnorm und wurde meist zu wenig gehoben, so dass es scharrte. Auch inmitten des Gehens oder Laufens trat hin und wieder solches Scharren ein, wenn der Hund die Richtung der Bewegung änderte, und insbesondere, wenn er kurz umzuwenden suchte. Kam der Hund wieder zum Stehen, so wurde dasselbe Bein in der Regel ungeschickt aufgesetzt, so dass es bald schief mit der Fusssohle, bald gar mit dem Rücken der Zehen oder des Fusses auf den Boden kam. Weiter führte das rechte Vorderbein nie für sich allein eine Bewegung aus: es wurde weder zum Greifen noch zum Kratzen benutzt, und war der Hund durch Zuruf oder Handbewegung zum Pfotengeben veranlasst, so wurde immer nur das linke, nie das rechte Vorderbein gereicht. Hob man den Hund am linken Vorderbeine in die Höhe, oder richtete sich der Hund selber am Tische auf, so wurde das rechte Vorderbein nicht zur Unterstützung herangezogen; und hatte man den Hund auf den Tisch gesetzt und das rechte Vorderbein über den Tischrand gezogen, so dass es frei herunterhing, so zog der Hund das Bein nicht zurück. Dem Hunde fehlten mithin die Tast- und Bewegungsvorstellungen für das rechte Vorderbein. Ebenso waren die Lagevorstellungen fortgefallen; denn man konnte das rechte Vorderbein in den Gelenken beugen und strecken oder nach vorn und nach hinten, nach rechts und nach links verschieben, wie man wollte, man stiess nie auf den mindesten Widerstand, und das Bein behielt die gegebene Lage bei. Aber noch grösser war hier der Verlust. Berührte man eines der drei anderen Beine ganz leicht mit dem Finger oder mit dem Nadelknopfe, so sah der Hund sofort hin; und drückte man nur ein wenig stärker, so hob sich das Bein, und der Hund schickte sich zum Beissen an. Gleicher Druck auf das rechte Vorderbein dagegen blieb ohne allen Erfolg, und man musste sehr stark drücken und kräftig einstechen, ehe es zum Heben des Beines kam; aber auch dann blieb der Hund ganz theilnahmlos, und kein Muskel des Gesichtes oder des Kopfes kam in Bewegung. Hier waren also durch die Exstirpation mit den zusammengesetzteren Gefühlsvorstellungen auch die einfachen Druckvorstellungen oder, wie wir mit gleichem Rechte sagen können, da Druckvorstellungen und Druckgefühle bei dem Thiere experimentell sich nicht scheiden lassen, auch die einfachen Druckgefühle für die Dauer erloschen.

Auf die Vollkommenheit, welche so meine Versuchsreihen gewonnen haben, lege ich Gewicht. Der eigenthümliche Weg, auf welchem wir zu unserer jetzigen Kenntniss von der Grosshirnrinde gelangt sind, hat

auch einen eigenthümlichen Nachtheil mit sich gebracht. Die Reizversuche, welchen wir die Erschliessung des früher unzugänglichen Gebietes verdanken, haben den Glauben an motorische Centra oder, wie diejenigen sie lieber nennen, welche den physiologisch unfassbaren „Willen“ dort angreifen lassen, an psychomotorische Centra in der Grosshirnrinde rasch so fest einwurzeln lassen, dass es eine schwere Aufgabe geworden ist, den Glauben zu beseitigen. Und wenn ich auch selber, seitdem das Verständniss der Fühlsphäre sich mir eröffnet hat, mit der Annahme von Centren, wie sie sonst der Bewegungsanregung dienen, innerhalb der Grosshirnrinde gar nichts mehr anzufangen weiss, so habe ich es mir doch nicht verhehlt, dass ein ganz umfassender Nachweis des Wesens der Fühlsphäre verlangt werden könnte, um die Existenz eines motorischen Abschnittes der Grosshirnrinde zu widerlegen. Jetzt nun, nachdem durch geschlossene Versuchsreihen dargethan ist, wie im Falle der Restitution in der Fühlsphäre immer erst die einfacheren und dann die verwickelteren Gefühlsvorstellungen sich wieder einstellen, erst die Druckvorstellungen, dann die Lagevorstellungen, endlich die Tast- und Bewegungsvorstellungen wiederkehren, und wie weiter durch grosse Exstirpationen in der Fühlsphäre die Tast- und Bewegungsvorstellungen allein, durch grössere Exstirpationen mit ihnen die Lagevorstellungen, endlich durch noch grössere Exstirpationen auch die Druckvorstellungen für die Dauer zum Verschwinden gebracht werden: jetzt, meine ich, wird man sich nicht mehr der Erkenntniss verschliessen können, dass man es in dem als Fühlsphäre bezeichneten Abschnitte der Grosshirnrinde bloss mit Wahrnehmungen und Vorstellungen, die aus den Gefühlsempfindungen fliessen, zu thun hat, und dass demgemäss nur die Bewegungsvorstellungen in der Fühlsphäre die Ursachen der sogenannten willkürlichen Bewegungen sind.

Die Reihenfolge des Unterganges und der Restitution der verschiedenartigen Gefühlsvorstellungen verdient auch von pathologischer Seite volle Beachtung. Bei der grossen und wahrhaft aufreibenden Schwierigkeit, die es hat, von den Thieren sicheren Aufschluss über ihr Wahrnehmen und ihr Vorstellen zu erhalten, ist es schwer denkbar, dass die Experimentalphysiologie mehr als die Fundamente der Kenntniss der Grosshirnrinde sollte liefern können, und die weitere Einsicht zu verschaffen, wird der Pathologie vorbehalten bleiben. Dafür wird aber auch in Krankheitsfällen viel genauer und umfassender untersucht werden müssen, als es bisher geschehen ist; und insbesondere hinsichts der Fühlsphäre wird, wo man bei Störungen der willkürlichen Bewegungen eine Rindenläsion vermuthet, mindestens auch auf die Druck-, die Lage- und die Tastvorstellungen zu prüfen sein. Soweit ich die pathologische Litteratur habe durchsehen können, ist in solchen Fällen wohl manchmal das Fortbestehen der „Sensibilität“ angemerkt, aber kaum je

habe ich es sichergestellt gefunden, dass wirklich noch Rindensensibilität vorhanden war, die Berührungs- oder Druckgefühle noch erhalten waren. Wo diese Gefühle unversehrt sich finden sollten, werden entsprechend unseren kleineren Exstirpationen, deren Folgen ich Ihnen das vorige Mal schilderte, immer nur kleinere Läsionen der Fühlsphäre anzunehmen sein. Nach solchen Exstirpationen habe ich sogar, wie es vielleicht gut ist hier beiläufig zu erwähnen, in den ersten Tagen nach der Operation, in der Zeit also, welche für die Ihnen vorgelegten Erfahrungen stets ausser Acht blieb, offenbar infolge der Entzündung in der Umgebung der Exstirpationsstelle, die Druckgefühle manchmal verstärkt, man kann sagen eine Rindenhyperästhesie gefunden. Wo man aber grössere Läsionen der Fühlsphäre vor sich haben wird, da werden, das lässt sich mit Sicherheit voraussagen, gerade so wie nach unseren grösseren Exstirpationen, neben den Bewegungsstörungen immer auch Störungen im Bereiche der Tast-, der Lage- und der Druckvorstellungen zu finden sein.[38]

Noch ein zweites allgemeines Resultat hinsichts der Fühlsphäre habe ich heute dem früher Mitgetheilten hinzuzufügen. Die Fühlsphäre ist nicht auf die Rinde des Scheitellappens beschränkt, sondern sie hat eine wesentlich grössere Ausdehnung und umfasst auch noch die Rinde des Stirnlappens. Ein Jahr und darüber hat dieser Stirnlappen jedem Versuche, einen Einblick in seine Functionen zu gewinnen, getrotzt, indem nach seinem Fortfalle gar keine Störung an dem operirten Hunde sich erkennen lassen wollte; aber endlich hat auch er sich gefügt, und Sie werden nachher sehen, wie er nur einem schwerer zu prüfenden Körpertheile zugeordnet ist.

Lassen Sie uns jetzt die einzelnen Regionen, in welche die Fühlsphäre jeder Körperhälfte zerfällt, der Reihe nach betrachten. Diese Regionen sind, wie Sie sich erinnern, dadurch charakterisirt, dass eine jede Region zu einem besonderen Theile der Körperhälfte in Beziehung gesetzt ist, so dass Verletzungen einer Region immer Störungen der Gefühle und Gefühlsvorstellungen bloss für den zugehörigen Körpertheil zur Folge haben. Solcher Regionen habe ich das vorige Mal drei unterschieden, vorläufig, wie ich sagte: eine Kopfregion, eine Vorderbeinregion und eine Hinterbeinregion. Heute kann ich Ihnen sieben Regionen vorführen, und zwar nicht bloss beim Hunde, sondern auch zugleich beim Affen, dessen Fühlsphäre bis auf untergeordnetere Momente, welche die Lage und die Ausdehnung der verschiedenen Regionen betreffen, in allen Stücken mit der des Hundes übereinstimmt.

Für die Versuche am Affen habe ich mir bisher 29 Thiere verschaffen können. Von ihnen habe ich 8, theils durch Krankheit, theils infolge der ersten Operation, ohne Ergebniss verloren. An den übrigen 21 habe ich, da die meisten Thiere 2—3, einzelne sogar 4, endlich eines selbst 5 verschiedene, in der Regel durch mehrmonatliche Zwischenräume

von einander getrennte Operationen überlebten, ca. 50 Versuche angestellt, von welchen etwa $^1/_3$ auf die Sehsphäre, $^2/_3$ auf die Fühlsphäre entfallen. Ist nun auch die Zahl dieser Versuche nur klein gegen die hunderte von Versuchen am Hunde, welche ich ausgeführt habe, so kommt doch der kleineren Zahl eine wesentlich erhöhte Bedeutung dadurch zu, dass ich die Versuche am Affen immer erst dann unternommen habe, wenn ich über die analogen Verhältnisse beim Hunde schon genügend unterrichtet war, so dass mir aus dem sonst unumgänglichen Tasten kein Verlust beim Affen erwachsen ist. Dass aber auch beim

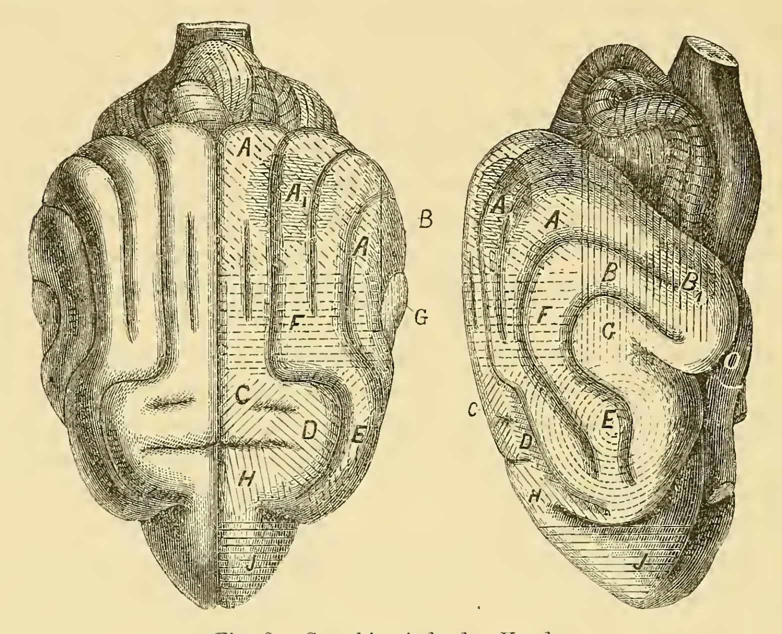


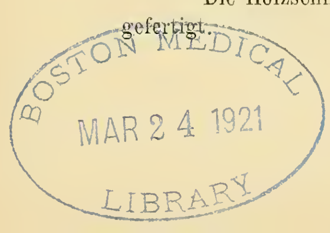
Fig. 3. Grosshirnrinde des Hundes.

A Sehsphäre. *B* Hörsphäre. *C—J* Fühlsphäre.
C Hinterbeinregion. *D* Vorderbeinregion. *E* Kopfregion. *F* Augenregion. *G* Ohrregion. *H* Nackenregion. *J* Rumpfregion.*

Affen, ebenso wie beim Hunde, alle meine Mittheilungen auf Erfahrungen sich gründen, welche, nachdem die entzündliche Reaction vorüber, in wochen- und monatelanger Beobachtung des operirten Thieres gemacht sind, das glaube ich hier, wenn auch vielleicht zum Ueberflusse, noch besonders hervorheben zu sollen.

Gehen wir von der Sehsphäre (*A* Fig. 3 und 4) aus nach vorn, so stossen wir zunächst und unmittelbar vor der Sehsphäre auf die Augenregion, die selbständige Fühlsphäre des Auges (*F*). Sie nimmt beim Affen den Gyrus angularis ein. Beim Hunde ist sie weniger gut zu be-

* Die Holzschnitte sind nach den bei dem Vortrage benutzten Wandtafeln angefertigt.



grenzen; nur die Knickung des Gyrus medialis, sein Uebergang in den Gyrus postfrontalis, giebt einen Anhaltspunkt für ihr vorderes Ende ab, und an der medialen Fläche der Hemisphäre, auf welche sie sich fortsetzt, reicht sie bis zum Gyrus fornicatus. Exstirpationen dieser Region, welche sich zu weit nach hinten erstrecken, bedingen Störungen der Gesichtswahrnehmungen und Gesichtsvorstellungen mit: greifen die Exstirpationen zu weit nach vorn, so treten nebenbei Störungen der Gefühle und Gefühlsvorstellungen für die Extremitäten und den Kopf auf. Wo

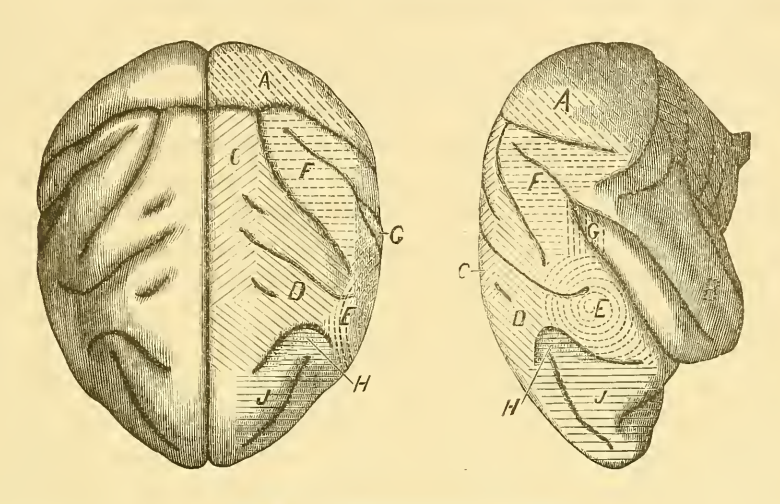


Fig. 4. Grosshirnrinde des Affen.

A Sehsphäre. *C—J* Fühlsphäre.
C Hinterbeinregion. *D* Vorderbeinregion. *E* Kopfregion. *F* Augenregion. *G* Ohrregion. *H* Nackenregion. *J* Rumpfregion.
Mit *B* ist die Rindenpartie bezeichnet, welche nach den Erfahrungen am Hunde als Hörsphäre anzunehmen ist.*

rein die Augenregion, sagen wir auf der linken Seite exstirpirt ist, findet sich folgendes. Zieht man am linken Auge die Lider mit den Fingern von einander und vom Augapfel ab, und berührt man dann leicht mit der Nadel den Bulbus oder die Conjunctiva palpebrae, so tritt sogleich Blinzeln und ein reiches Spielen der Kopf- und Gesichtsmuskeln ein, das Thier sucht unter dem Ausdrucke der Angst oder des Zornes den Kopf zurückzuziehen oder zu wenden, und fast regelmässig schlägt das Thier mit der linken Vorderextremität nach der angreifenden Hand.

* Nach Ferrier sollten in *F* das Sehcentrum, in *G* das Hörcentrum, in *B* die Centren des Geruchs und des Geschmacks, im Hippocampus major und Gyrus hippocampi (medial vom hinteren oberen Ende von *B*) das Tastcentrum, in der Umgebung der Fissura Rolandi die Centren der willkürlichen Bewegung, in *A* das Hungercentrum (Centrum für die Visceralgefühle) gelegen sein; Verlust beider Stirnlappen sollte eine deutliche Schädigung der Intelligenz und der Aufmerksamkeit mit sich bringen.[39]

Verfährt man ebenso am rechten Auge, so sieht man nichts als Blinzeln, und man kann drücken und stechen, so lange man will, das Thier bleibt durchaus ruhig. Nähert man weiter den Finger oder die Faust rasch dem linken Auge, so erfolgt jedesmal Blinzeln; dagegen bleibt dasselbe immer aus, wenn man ebenso vor dem rechten Auge hantirt, und tritt hier erst dann ein, wenn es zur unmittelbaren Berührung der Wimpern oder der Lider gekommen ist. Solches Ausbleiben des Blinzelns hatten wir schon früher beobachtet[40], wo durch Läsionen der Sehsphäre Seelen- oder gar Rindenblindheit herbeigeführt war, das Thier somit die Gefahr, die seinem Auge drohte, nicht sah; jetzt, da die Gesichtswahrnehmungen und die Gesichtsvorstellungen des Thieres nachweislich ganz unversehrt sind, kann das Ausbleiben nur darauf beruhen, dass die Grosshirnrinde den Sphincter palpebrarum nicht mehr in Thätigkeit zu setzen vermag. Führt man bei fixirtem Kopfe des Thieres seine Lieblingsspeise horizontal vor seinen Augen vorbei, so vollzieht sich die Seitenwendung der Augen nach rechts nur unvollkommen und nimmt beträchtlich früher ein Ende als normal und als die Seitenwendung nach links. Auch andere Augenbewegungen erscheinen geschädigt, doch habe ich sie nicht einer genauen Untersuchung unterwerfen können. Hat man das linke Auge dem Hunde verbunden oder dem Affen vernäht, so verfehlt das Thier, beim Zugreifen mit dem Maule bezw. der Hand, die vorgeworfenen oder vorgehaltenen Nahrungsstücke, desto öfter und desto auffälliger, je kleiner die Stücke sind. Affen, welchen die Augenregion beiderseits exstirpirt war, habe ich nach der unvollkommenen Restitution für die Dauer die Gewohnheit beibehalten sehen, statt mit den Fingerspitzen, wie es der normale Affe thut, immer mit der ganzen flachen Hand die Haferkörner oder Mohrrübenstückchen zu ergreifen. Endlich habe ich manchmal, nicht regelmässig, eine leichte Ptosis und, beim Affen öfter als beim Hunde, ein mehr oder weniger starkes Thränen des betroffenen Auges beobachtet; die Ptosis war in der Regel nach 1—2 Wochen, das Thränen nach 1—2 Monaten verschwunden. Eine Veränderung an der Pupille habe ich nie als Folgeerscheinung der Exstirpation constatiren können.

Unterhalb der Augenregion (*F*) und vor der Hörsphäre (*B*), in der Umgebung des Endstückes der Fossa Sylvii, liegt die Ohrregion, die selbständige Fühlsphäre des Ohres (*G*). Für die methodische Untersuchung dieser Region setzen die Gefässe der Fossa Sylvii mit ihren zahlreichen und grossen die Region überspinnenden Aesten ausserordentliche experimentelle Schwierigkeiten. Nach continuirlichen Exstirpationen bin ich zwar der Blutungen gut Herr geworden, aber die Thiere haben doch, offenbar infolge der Circulationsstörungen, nie länger als 3—4 Tage die Operation überlebt. Nur bei stückweisen Exstirpationen, wenn ich unter Vermeidung der grösseren Gefässe bloss die zwischen ihnen befind-

liche Rinde heraushob, hatte ich Erfolg. In den nächsten Wochen war dann entweder gar keine Vor- und Rückwärtsdrehung der gegenseitigen Ohrmuschel sichtbar, oder dieselbe erfolgte unvollkommener als die Drehung der gleichseitigen Ohrmuschel; beim Hunde war zugleich eine Gefühllosigkeit der gegenseitigen Ohrmuschel nachweisbar, besonders regelmässig an deren convexer Fläche. Natürlich können diese Erfahrungen nur als erste Wahrnehmungen der Bedeutung dieser Region gelten; aber ich habe mich bisher mit ihnen begnügen müssen und auch die untere und die hintere Grenze dieser Region nicht genauer bestimmen können.

Weiter nach vorn folgen die drei Regionen, welche am Hundehirn uns schon von früherher bekannt sind: die Hinterbeinregion (C), die Vorderbeinregion (D) und die Kopfregion (E).

Nach Exstirpation der Kopfregion habe ich Seelenbewegungslosigkeit der gegenseitigen Zungenhälfte und der dort um den Mund herum gelegenen Muskeln bestehen sehen; ausserdem waren beim Hunde die Druckgefühle der gegenseitigen Gesichtshälfte verschwunden. Die Zungenlähmung habe ich immer nur bei weit nach unten reichender Exstirpation gefunden. Ich möchte glauben, dass die weitere Untersuchung diese Kopfregion noch in mehrere Regionen wird zerfällen lassen.

Die Vorderbein- und die Hinterbeinregion habe ich so umfassend, wie beim Hunde, auch beim Affen auf das Verhalten aller Gefühlsvorstellungen je nach der Grösse der Exstirpation untersucht und mit demselben Erfolge. Nur über das Verhalten der Druckvorstellungen oder Druckgefühle habe ich beim Affen keine sichere Auskunft mir verschaffen können. Obwohl wir mit den meisten Affen monatelang uns beschäftigt haben, sind wir doch nicht imstande gewesen, eines dieser Thiere abzurichten, ja selbst nur einigermassen zu zähmen; und die unüberwindliche Scheu der Thiere vereitelte jede Untersuchung der Druckgefühle, indem die Thiere entweder ganz ungeberdig sich verhielten oder aber, gewaltsam niedergehalten, jeden Angriff der Haut mit voller Apathie über sich ergehen liessen. Die dadurch bedingte Unvollkommenheit der Untersuchung ist gewiss bedauerlich, und sie wäre auch von Bedeutung gewesen, wenn wir den Affen als erstes und alleiniges Versuchsthier gehabt hätten; sie ist aber nunmehr unwesentlich, da wir beim Hunde mit den übrigen Gefühlen und Gefühlsvorstellungen auch die Druckgefühle oder Druckvorstellungen genau haben verfolgen können. Die Schädigung und der Verlust der Lagevorstellungen, wie der Tast- und Bewegungsvorstellungen treten bei dem Reichthum an Bewegungsarten, der den Affen vor dem Hunde auszeichnet, bei dem ersteren noch viel deutlicher und überraschender hervor, als bei dem letzteren.

Als ich das vorige Mal vorerst die drei in Rede stehenden Regionen an der Fühlsphäre des Hundes unterschied, sagte ich, dass „Verletzungen

innerhalb der Strecke *D* Störungen am Vorderbein und Vorderrumpf, Verletzungen innerhalb der Strecke *C* Störungen am Hinterbein und Hinterrumpf mit sich bringen"[41]. Die Rumpftheile so mit den Extremitäten zusammenzulegen, war ich damals dadurch veranlasst, dass ich nach Exstirpationen innerhalb der als Vorderbeinregion bezeichneten Strecke auch Störungen am Nacken hatte eintreten sehen. Indess hat jetzt die eingehendere Untersuchung ergeben, dass für den Nacken und den Rumpf eigene Regionen der Fühlsphäre existiren. Was ich heute Hinterbeinregion (*C*) nenne, ist also die selbständige Fühlsphäre ausschliesslich des Hinterbeines, und was ich heute Vorderbeinregion (*D*) nenne, ist die selbständige Fühlsphäre ausschliesslich des Vorderbeines. Die Hinterbeinregion erstreckt sich beim Affen wie beim Hunde auch über die mediale Fläche der Hemisphäre bis zum Gyrus fornicatus. Ob das gleiche für das vorderste Stück der Vorderbeinregion des Affen gilt, weiss ich nicht; sicher aber gilt es nicht für die Vorderbeinregion des Hundes. Diese Region erstreckt sich nicht einmal so weit, wie ich es früher anzeigte[42], bis zur Fissura longitudinalis, sondern zwischen dem medialen Ende ihrer vorderen Hälfte und dem Gyrus fornicatus liegt an der oberen und medialen Fläche der Hemisphäre die sechste Region der Fühlsphäre des Hundes, die Nackenregion (*H* Fig. 3).

Hat man einem Hunde die ganze Nackenregion, sagen wir linkerseits exstirpirt, so trägt der Hund, wenn nach einigen Tagen das Fieber vorüber, den Kopf stets nach links gedreht, und er hat die Fähigkeit verloren, den Kopf und sich im ganzen rechtsherum zu drehen, während er alle Drehungen linksherum, sowohl die des Kopfes wie die hakenförmigen oder die zeigerförmigen oder die reitbahnartigen des ganzen Körpers, ebenso leicht und gut ausführt wie der unversehrte Hund. Zugleich ist der Verlust der Druckgefühle für die rechte Seite des Nackens zu constatiren: auf jede Berührung der linken Seite antwortet der Hund mit Hinsehen oder gar Beissenwollen; dagegen muss man ihn rechts sehr stark drücken oder stechen, ehe überhaupt eine Reaction erfolgt, und auch dann treten nur unregelmässige Bewegungen der Extremitäten ein, bei voller Ruhe der Kopf- und Gesichtsmuskeln. Wirft man dem Hunde Fleischstücke vor, so geht er an die zu seiner Linken in normaler Weise heran; um aber die zu seiner Rechten aufzunehmen, dreht er sich jedesmal zunächst linksherum, selbst dann, wenn man dicht an seinem rechten Auge vorbei das Fleischstück hat herabfallen lassen. Geht oder läuft der Hund ruhig vor sich hin, ohne dass seine Aufmerksamkeit einem bestimmten Gegenstande zugewendet ist, so dreht er sich immer und immer wieder in grösseren oder kleineren Bögen linksherum. Das ist nicht im mindesten eine Zwangsbewegung, ebensowenig wie die ähnlichen Linksdrehungen, welche an Hunden, die auf dem rechten Auge seelen- oder rindenblind gemacht sind, in der ersten Zeit nach der Ope-

ration zur Beobachtung kommen; vielmehr beruhen beidemal die Drehungen darauf, dass gerade die Absicht, in alter Weise geradeaus zu gehen, den Hund nunmehr naturgemäss zur Linksdrehung führt, im ersteren Falle infolge der ihm unbewussten falschen Kopfstellung, im letzteren Falle infolge der ihm unbewussten Einschränkung des Gesichtsfeldes. Diese Linksdrehungen beim Gehen und Laufen werden denn auch mit der Zeit immer seltener von unserem Hunde ausgeführt und kommen nach einigen Wochen fast gar nicht mehr vor. Später lernt auch noch allmählich der Hund sich nach rechts bewegen, indem er mit nach links gedrehtem Kopfe die Rücken- und Lendenwirbelsäule so krümmt, dass ihre Concavität nach rechts und hinten sieht, oder auch sich ganz im Becken dreht, und er nähert sich nunmehr den rechts von ihm befindlichen Gegenständen in einem grossen, nach vorn und rechts beschriebenen Bogen. Der Bewegung der rechtsseitigen Nackenmuskeln, wie der Rechtsdrehung bleibt der Hund dauernd unfähig, und auch die übrigen geschilderten Störungen bestehen unverändert fort.

Nach unvollkommenen, doch grossen Exstirpationen innerhalb der Nackenregion ist zunächst alles ebenso, und es kommt nur in den folgenden Wochen zu einer mehr oder weniger vollständigen Restitution. Nach kleinen Exstirpationen aber beobachtet man die geschilderten Störungen nicht; hier finden sich nur die Druckgefühle an der der Läsion entgegengesetzten Seite des Nackens und die Fähigkeit, den Kopf nach ebendieser Seite zu drehen, in höherem oder geringerem Grade geschädigt. Am deutlichsten tritt die Bewegungsstörung hervor, wenn der Hund bei feststehendem Rumpfe mit dem Kopfe dem vorgehaltenen Fleischstücke folgt, während man das Fleischstück bald an dem einen, bald an dem anderen Auge vorbei im Bogen nach den Rückenwirbeln hin bewegt: linksherum dreht der Hund den Kopf ganz normal, so dass er das Fleischstück über den Wirbeln mit der Schnauze erfasst, während die Drehung rechtsherum stets früher ein Ende nimmt und nun erst eine Bewegung des Rumpfes und der Extremitäten zu Hülfe kommen muss, wenn der Hund das Fleischstück über den Wirbeln soll erhaschen können.

Die siebente Region endlich der Fühlsphäre des Hundes, die Rumpfregion (*J* Fig. 3), nimmt den Stirnlappen ein.

Für die Untersuchung dieses Lappens empfiehlt sich ein eigenes operatives Verfahren. Sonst habe ich regelmässig mit Trepan und Knochenzange den Knochen über der für den Angriff ausersehenen Hirnstelle entfernt, die bis dahin unversehrte Duradecke passend gespalten und zurückgeschlagen oder auch abgetragen, endlich die zu exstirpirende Rindenpartie mit dem Messer erst umschnitten und darauf herausgeschnitten. So habe ich im letzten Jahre auch ohne die Verletzung des Sinus longitudinalis, welche ich früher für unvermeidlich hielt[43], die mediale Fläche der Hemisphäre untersuchen können, indem sich von

einer seitlichen Trepanöffnung her das knöcherne Dach über dem Sinus, ohne dass dieser Schaden nimmt, wegbrechen und darauf der Sinus gut beiseiteschieben lässt. Für die Freilegung des Stirnlappens aber bietet der Trepan gar keinen Vortheil; und da sowohl die tiefe Lage des Lappens wie seine grosse Oberfläche bei geringer Dicke nur schwer und unzureichend die Exstirpation der Rinde zulassen, trennt man hier auch besser den ganzen Lappen vom übrigen Grosshirn ab. Wollte ich beide Stirnlappen entfernen, so verfuhr ich folgendermassen: Mit einer kleinen convexen Säge sägte ich das Schädeldach zu beiden Seiten der Mittellinie und senkrecht zu dieser durch, einmal nahe hinter der Rückwärtsbiegung des Stirnbeins und zweitens 5—8^{mm} davor; dann stemmte ich mit dem Meissel zwischen den Sägeschnitten jeder Seite den Knochen soweit fort, dass ich bequem die Zange zur Verwendung bringen konnte, und ging nunmehr mit der Zange so vor, dass ich die beiderseitigen Oeffnungen sowohl über den Sinus hinweg mit einander in Verbindung setzte, als auch beträchtlich nach vorn und nach der Seite hin erweiterte, bis ich durch den Rest der Stirnhöhlen in die Nasenhöhlen sah und die ganze obere Fläche der Stirnlappen, bedeckt von der unverletzten Dura, überblickte. Danach spaltete ich jederseits die Dura an der hinteren Grenze des Stirnlappens, dieser Grenze parallel, von oben nach unten, indem ich nur den Sinus schonte, stach ebendort dicht unter dem Sinus ein spitzes Messer mit sehr stumpfem Rücken, die Schneide nach abwärts, quer durch beide Stirnlappen mitsammt der Falx hindurch und führte das Messer möglichst weit nach unten. Wie die Sectionen ergaben, reichte der Schnitt meist dicht an den Riechlappen heran, der selber jedoch nie getroffen wurde. Wollte ich nur den einen der beiden Stirnlappen entfernen, so verfuhr ich ebenso bloss auf der betreffenden Seite, aber auch da legte ich den Sinus frei; indem ich das Messer langsamer und vorsichtiger an der hinteren Grenze des Stirnlappens einführte, liess sich an dem grösseren Widerstande, den die Falx der Durchschneidung entgegensetzt, recht gut erkennen, wann die Spitze des Messers die Falx erreicht hatte. Wunderbar genug, so sehr ich sonst nach den Operationen aller Art Verluste zu beklagen hatte, nach den in der geschilderten Weise ausgeführten Trennungen der Stirnlappen habe ich bisher noch kein einziges Thier verloren; die Verletzung heilte immer durch Eiterung und in den günstigen Fällen schon in 2—3 Wochen, es schloss sich dann die Schädelwunde sehr rasch, und der Eiter floss durch die Nase ab.

Nach der Abtragung beider Stirnlappen erscheint die Rücken- und Lendenwirbelsäule des Hundes katzenbuckelartig gekrümmt, so dass die hinteren Extremitäten über die Norm den vorderen genähert sind, und der Hund hat vollkommen die Fähigkeit verloren, die Rücken- und Lendenwirbel zu bewegen und gegen einander zu verschieben. Die Be-

wegungen der Nackenwirbel und die Drehungen des Kopfes führt dieser Hund alle in ganz normaler Weise aus, auch sind die Rücken- und Lendenwirbel passiv gerade so, wie früher, gegen einander beweglich, aber die active Beweglichkeit der letzteren Wirbel ist erloschen, so dass die Rücken- und Lendenwirbelsäule jetzt für den Hund den Vortheil der Gliederung fast verloren hat. Führt man ein vorgehaltenes Fleischstück im Bogen von dem Auge nach der Schwanzwurzel hin, so krümmt sich der normale Hund allmählich mit seiner ganzen Wirbelsäule hakenförmig, ohne die Extremitäten zu bewegen, und erreicht das Fleischstück gut mit der Schnauze über der Schwanzwurzel; unser Hund indess dreht bloss Nacken und Kopf, der Rücken bleibt ganz gerade, und es bedarf erst einer Verschiebung der Extremitäten und einer Drehung im Becken, dass er das Fleischstück erhascht. Auch die Drehungen beim Gehen und Laufen führt der verstümmelte Hund nur im Becken aus, so dass sie auffallend ungeschickt und bloss in grossem Bogen erfolgen; ist er durch Zuruf inmitten des Laufens plötzlich zu wenden veranlasst, so stolpert er und bewahrt sich nur mühsam vor dem Fallen. Ist bloss ein Stirnlappen, z. B. der linke, abgeschnitten, so kann sich der Hund in normaler Weise linksherum drehen, und er macht auch beim Gehen und Laufen die freiwilligen Wendungen immer linksherum; dagegen bleiben alle Bewegungen der Rücken- und Lendenwirbel, welche die Thätigkeit der rechtsseitigen Rückenmuskeln erfordern, bei ihm gerade so aus, wie bei dem beiderseitig operirten Hunde. Führt man bei demselben Hunde den vorhin angegebenen Versuch derart aus, dass man das Fleischstück vom Auge zur Schwanzwurzel das eine Mal an der rechten, das andere Mal an der linken Seite des Hundes im Bogen herumführt, so tritt die Unbeweglichkeit der rechten Rumpfhälfte gegenüber der linken äusserst schlagend hervor. Ueber das Verhalten der Druckgefühle am Rücken habe ich nichts mit Sicherheit ausmachen können, weil schon der unversehrte Hund gegen Eingriffe, welche seine Rückenhaut treffen, sich äusserst indolent verhält.

Beim Affen nehmen die Nackenregion (*H*) und die Rumpfregion (*J* Fig. 4) den Stirnlappen vor dem Sulcus parietalis anterior ein. Aus Mangel an Material habe ich hier die beiden Regionen örtlich noch nicht scharf getrennt; doch lässt sich aus den Erfolgen der unvollkommenen Exstirpationen, nach welchen ich eine gewisse Beweglichkeit die einen Male der Nackenwirbel, die anderen Male der Rücken- und Lendenwirbel erhalten sah, entnehmen, dass die Nackenregion zu hinterst, dicht vor dem Sulcus parietalis anterior, und die Rumpfregion weiter nach vorn gelegen ist. Hat man dem Affen die Rinde an der ganzen oberen Fläche und an dem vorderen Stücke der unteren Fläche eines Stirnlappens exstirpirt, so beobachtet man genau dasselbe, wie wenn man einem Hunde Nacken- und Rumpfregion einer Seite zusammen fortgenommen hätte;

die geschilderten Bewegungsstörungen treten nur bei dem beweglicheren Affen noch deutlicher hervor als bei dem Hunde. Ist linkerseits exstirpirt, so hält der Affe ständig den Kopf nach links gedreht, und seine Rücken- und Lendenwirbelsäule ist abnorm nach rechts gekrümmt; alle Drehungen werden linksherum ausgeführt, jede Drehung rechtsherum ist unmöglich, ja sogar jede Bewegung nach rechts fehlt in den ersten Wochen. Ein eigenartiges Schauspiel bietet sich jetzt dar, wenn man vor dem ruhig dasitzenden Affen Mohrrübenstücke ausstreut: der Affe bringt die zur Linken seines Kopfes befindlichen Stücke an sich, macht dann eine fast volle Umdrehung linksherum und ergreift das früher zunächst nach rechts gelegene, jetzt zu äusserst links befindliche Stück, macht von neuem eine solche Umdrehung wie vorhin und ergreift das nunmehr zu äusserst links gelegene Stück, die Umdrehung wiederholt sich, und so geht es fort, bis der Reihe nach von links nach rechts alle Stücke aufgenommen sind. Führt man an einem solchen Affen später die gleiche Exstirpation auch rechterseits aus, so ist die schiefe Kopfstellung beseitigt, der Kopf wird in alter Weise gerade und nur etwas gesenkt gehalten, die abnorme Krümmung der Wirbelsäule ist verschwunden, und jede Drehung, linksherum wie rechtsherum, ist unmöglich. Während der einseitig operirte Affe, der die Fähigkeit der Linksdrehung noch besitzt, erst nach Wochen es lernt, mittels der Drehung des Rumpfes im Hüftgelenk sich nach rechts zu bewegen, führt der beiderseitig operirte Affe, offenbar durch die Noth erfinderischer, schon in den ersten Tagen die Drehungen im Becken aus. Aber natürlich ist trotzdem der früher so gelenkige Affe nunmehr ein höchst unbeholfenes Thier. Geradeaus gehen, laufen, klettern kann er ebenso gut wie zuvor; aber in die Nothwendigkeit versetzt, sich zu wenden, weiss er allenfalls noch beim Gehen und Laufen mit dem Reste seiner Mittel sich zu helfen, doch beim Klettern geräth er immer sehr bald in Schwierigkeiten, die er nur höchst mühsam und ungeschickt, ja manchmal auch gar nicht zu überwinden vermag, und ein jäher Sturz aus der Höhe ist hier oft der Abschluss des zu kühnen Unternehmens.

So haben wir nun die Kenntniss erworben oder, richtiger gesagt, die erste Bekanntschaft gemacht fast der ganzen grauen Grosshirn-Oberfläche. Nur der Gyrus fornicatus an der medialen Fläche und eine nicht grosse Partie an der unteren Fläche der Hemisphäre haben sich uns noch entzogen. Von der letzteren Partie ist guter Anlass vorhanden zu glauben, dass sie die Riechsphäre und die Schmecksphäre enthalte, welchen beiden wir noch nicht begegnet sind.

Wo ist denn aber, höre ich fragen, der Sitz der Intelligenz, da ich doch von deren Verlust noch nie gesprochen habe, selbst nicht nach der Exstirpation der Stirnlappen, die stets in bedeutsame Verbindung mit ihr gebracht worden sind[44]? Die Intelligenz, so muss die Antwort

lauten, hat überall in der Grosshirnrinde ihren Sitz und nirgend im besonderen; denn sie ist der Inbegriff und die Resultirende[45] aller aus den Sinneswahrnehmungen stammenden Vorstellungen. Jede Läsion der Grosshirnrinde schädigt die Intelligenz, desto mehr, je ausgedehnter die Läsion ist, und zwar immer durch den Ausfall derjenigen Gruppe einfacherer und verwickelterer Vorstellungen, welche die Sinneswahrnehmung der betroffenen Strecke zur Grundlage haben; die Schädigung besteht für die Dauer fort, wenn entweder die wahrnehmenden Elemente selbst mit fortgefallen sind, oder wenn auch bloss nicht Substanz übriggeblieben ist, welche von neuem der Sitz der verlorenen Sinnesvorstellungen werden könnte. Seelenblindheit, Seelentaubheit, Seelenlähmung des einen und des anderen Körpertheiles schliessen, ob sie vollkommen oder unvollkommen ausgebildet sind, jede für sich eine eigenartige Beschränkung der Intelligenz ein; und je mehr sie sich combiniren, desto mehr wird die Intelligenz an Umfang abnehmen, desto mehr wird, bei erhaltener Wahrnehmung, der Kreis der vorhandenen Vorstellungen eingeengt und die Bildung neuer Vorstellungen verhindert sein, so dass früher oder später das Thier abnorm geistig beschränkt, blödsinnig uns erscheinen wird. Für die Schätzung der Intelligenz wird dann aber noch die Beschaffenheit gerade der Fühlsphäre von hervorragender Bedeutung sein, weil von dieser die Grosshirnrinden-Bewegungen, die sogenannten willkürlichen Bewegungen, abhängig sind, nach welchen allein wir den Vorstellungskreis eines anderen Individuums zu beurtheilen vermögen.

Mit der Seelenblindheit, der Seelentaubheit, der Seelenlähmung habe ich Ihnen also auch jedesmal den theilweisen Verlust der Intelligenz vorgeführt. Und wenn wir den seelenblinden oder den seelentauben Hund, wenn wir den Affen, der, seelengelähmt an einer Vorderextremität, die Hand nicht mehr zum Munde zu führen versteht, so gross auch seine Gier nach dem in die Hand gesteckten Leckerbissen ist, oder den anderen Affen, der eine oder beide Stirnlappen verloren hat und so wunderlich sich verhält, nicht als blödsinnig ausgegeben haben, so hatte das nur darin seinen Grund, dass wir eben, was oberflächlich den Namen Blödsinn führt, tiefer zu zergliedern vermochten. Käme es darauf an, ohne den Zweck solcher Zergliederung einfach Blödsinn experimentell zu erzeugen, ich wüsste keine bessere Methode, als die von Hrn. Goltz geübte des Ausspülens der Grosshirnrinde[46]; wie denn in der That Hrn. Goltz' Hunde nach ausgedehnter Verstümmelung beider Hemisphären „im Aussehen wie im Handeln den Eindruck von Blödsinnigen machten“[47]. Oft genug sieht man auch bei den Exstirpationsversuchen die Natur das Experiment ersetzen, indem jedesmal Blödsinn allmählich sich ausbildet und sich steigert, wenn eine Meningitis mit oberflächlicher Encephalitis von der Hirnwunde aus über beide Hemisphären sich verbreitet.

Sobald solche Meningitis sehr weit über beide Hemisphären sich

erstreckt, finden wir Bewusstlosigkeit. Dafür scheint es erforderlich zu sein, dass die ganze oder fast die ganze Rinde ausser Function kommt. Nur ist wiederum zu bedenken, dass wir bloss durch die Grosshirnrinden-Bewegungen des Thieres, bloss also mittels seiner Fühlsphäre Aufschluss über sein Bewusstsein erhalten, und dass daher die völlige Vernichtung beiderseits der Fühlsphäre allein uns ein Thier wird bewusstlos erscheinen lassen können, das in der Wirklichkeit noch nicht bewusstlos ist. Vielleicht hängt damit die auffällige Erfahrung zusammen, welche ich gemacht habe, dass, sobald ein Hirnabscess in den Ventrikel durchgebrochen war, gleichviel wo der Durchbruch erfolgt und wie gross die Oeffnung war, nach einigen Stunden — eher kamen die Fälle nicht zur Beobachtung — regelmässig Bewusstlosigkeit gefunden wurde.

Anmerkungen.

[37] S. o. S. 38.

[38] Wie von den Zuhörern, vor welchen ich sprach, so setzte ich von den Lesern, für welche ich die Vorträge drucken liess, voraus und durfte ich auch gewiss mit Recht voraussetzen, dass sie Sinnesempfindungen und Gemeingefühle zu unterscheiden wüssten, dass sie Berührungs- oder Druckgefühle nicht mit Schmerzempfindungen oder Schmerzgefühlen verwechseln würden. An die Spitze meiner Mittheilungen über die Fühlsphäre stellte ich, wie ein Rückblick lehrt, dass die Rinde gerade so in Beziehung steht im Scheitellappen zum Gefühlssinne des Körpers, wie im Hinterhauptslappen zum Gesichtssinne und im Schläfenlappen zum Gehörssinne; ich definirte die Wahrnehmungen und Vorstellungen des Gefühlssinnes des Körpers, indem ich sagte, dass ich, dem Sprachgebrauche folgend, die Gefühlswahrnehmungen als Gefühle bezeichnete; ich zeigte, wie es mit diesen Wahrnehmungen und Vorstellungen für einen einzelnen Körpertheil sich verhält, wenn eine Region der Fühlsphäre in geringerer oder grösserer Ausdehnung zerstört worden ist; ich führte für die Totalexstirpation der Vorderbeinregion der Fühlsphäre aus, dass nicht bloss die Tast-, die Bewegungs- und die Lagevorstellungen, sondern auch die Druckvorstellungen für das betreffende Vorderbein für die Dauer erloschen sind; und damit erklärte ich das höchste, das hier überhaupt zu erzielen wäre, erreicht, indem aus dem bleibenden Verluste aller Gefühlsvorstellungen des Körpertheiles auch auf den Untergang aller die Gefühlsvorstellungen constituirenden Gefühlswahrnehmungen oder Gefühle sich schliessen liesse. Von Gemeingefühlen, von Schmerz, von Empfindung überhaupt. wie von Empfindungslosigkeit oder Schmerzlosigkeit habe ich nie gesprochen und konnte auch nicht die Rede sein; ich habe im Gegentheile in Rücksicht auf die pathologischen Erfahrungen, welche ich vorfand, noch ausdrücklich hervorgehoben, dass Sensibilität und Rindensensibilität auseinanderzuhalten wären, dass die Berührungs- oder Druckgefühle eines Körpertheiles verloren sein könnten, wenn der Körpertheil noch sensibel gefunden würde, also wenn durch Massnahmen, wie sie bei den pathologischen Prüfungen bis dahin fast allein gebräuchlich gewesen waren, durch Stechen, Quetschen u. dgl. noch Empfindung (Schmerzempfindung) nachweisbar wäre.

Trotzdem ist es zu der Verwechselung von Sinnesempfindungen und Gemeingefühlen, welche ich nicht für möglich hielt, gekommen. Schon 1879 macht Goltz gegen mich geltend, dass Hunde, welchen er vermeintlich nicht bloss die ganze Fühl-

sphäre, sondern auch noch den grössten Theil der übrigen Oberfläche des linken Grosshirns zerstört hatte, auf der rechten Seite „nichts weniger als *gefühllos* oder gar gelähmt“ waren (Pflüger's Arch. Bd. 20. S. 33). Ausführlicher hören wir dann von ihm in London (Transact. of the intern. Medical Congress 1881. Physiology, p. 26—8): „Unser Hund hat *Empfindung* an allen Punkten seiner Haut. . Ein kleiner Frechling zauste ihn bald am Schwanz, zwickte ihn bei den Ohren und an den Füssen, kurz misshandelte den Blödsinnigen in jeder Weise . . Unser Hund liess sich die Bisse des Kleinen gefallen . . Wenn aber die spitzen Zähnchen des Kleinen *zu tief* eindrangen, so quiekte er laut vor *Schmerz* auf, wurde wüthend und biss nach dem Uebelthäter, den er aber fast nie traf . . Durch diese Beobachtungen vergewisserten wir uns, dass man durch mechanische *Misshandlung* der Haut an jeder beliebigen Körperstelle bei diesem Thiere *Schmerzensäusserungen* und Handlungen der Abwehr hervorbringen kann . . . Hätte Munk's Lehre, der in die erregbare Zone seine sogenannte Fühlsphäre verlegt, auch nur einen Schatten von Begründung, so müsste dieser Hund auf grossen Strecken der Haut beider Körperhälften *gefühllos* sein . . Wir konnten uns aber überzeugen, dass dieses Thier überall *Gefühl* hat, denn er wehrt sich durch Bisse gegen *intensive Beleidigung* dieser Körpertheile.“ Entsprechend sagt Goltz (Pflüger's Arch. Bd. 26. 1881. S. 48): „Die gesammte Fühlsphäre einer Seite kann bis in die grösste Tiefe zerstört werden, ohne dass das Thier in irgend einem Körpertheil die *Empfindung* einbüsst. Munk's *Rindengefühllosigkeit* ist also auch ein Unding.“ Sodann lesen wir 1884 (ebenda, Bd. 34. S. 466): „Munk behauptet, dass die Thiere nach Verlust *motorischer Centren* nicht bloss den Tastsinn, sondern überhaupt *jede Empfindung* verlieren sollen. Er nennt deshalb die motorische Zone „Fühlsphäre“ und theilt sie in verschiedene kleine Regionen ein. Nach Wegnahme einer Region soll *vollständige Gefühllosigkeit* in dem entsprechenden Theil der entgegengesetzten Körperhälfte folgen.“ Wiederum heisst es 1888 (ebenda, Bd. 42. S. 449): „Nach diesen Betrachtungen wende ich mich zur Beantwortung der Frage, wie weit die *Sinnesempfindungen* bei dem Hunde mit ungeheurem Defekt der vorderen Hälfte des Grosshirns gelitten hatten. Kein Punkt seiner Haut war ohne *Empfindung*. Drückte man ihn irgendwo etwas derb, so antwortete er mit *Schmerzenslauten* und allgemeinen Bewegungen, die den Charakter hatten, als wenn sich das Thier der *Misshandlung* entziehen wolle. Hochgradig *empfindlich* wurde die rechte Vorderpfote, als sich diese in Folge der oben angegebenen Verletzung etwas *entzündet* hatte. Nach Ablauf dieser Entzündung war die *Empfindung* in dieser Gliedmaasse wieder ebenso stumpf wie in den übrigen. Die Verehrer der Fühlsphäre werden vielleicht sich darauf berufen, dass der Hund ja noch ein Stückchen der linksseitigen Fühlsphäre des Auges besass . . .“; und darauf folgt als Fortsetzung die Antwort bezüglich des Gesichtssinnes, dass der Hund so gut wie blind war. So könnte ich aus den Goltz'schen Veröffentlichungen noch dutzende von Stellen heranholen, in welchen sich dieselbe Verirrung und Verwirrung kundthut, — wenn es nur nicht gar zu nutzlos wäre.

Goltz hat auch in der Hitze des Kampfes Lähmungen, Muskellähmungen aus denjenigen Bewegungsstörungen werden lassen, welche ich als die Folgen des Fortfalles von Bewegungsvorstellungen hingestellt habe. Darauf hat Hitzig bereits aufmerksam gemacht: „Es versteht sich von selbst, dass keines von diesen Thieren, auch wenn ihm die grössten Verletzungen beigebracht worden sind, so dass seine Vorstellungsthätigkeit aufs Äusserste beschränkt ist, deshalb Lähmungen im Sinne absoluter Bewegungslosigkeit zeigen muss. Wenn Kaninchen, denen das ganze Grosshirn genommen ist, noch laufen können, so ist nicht einzusehen, aus welchem Grunde Hunde, denen nur ein Theil desselben fehlt, nicht laufen oder sich sonst bewegen sollten. *Niemand, auch nicht Hr. Munk, hat etwas derartiges be-*

hauptet. Die bezüglichen Angriffe des Hrn. Goltz, denen v. Gudden secundirte, sind deshalb gegenstandslos" (Berliner klin. Wochenschr. 1886. S. 666). Die Schlusssätze dieser Stelle hat Goltz 1888 (Pflüger's Arch. Bd. 42. S. 446) für einen anderen Zweck citirt, aber bezüglich dessen, was uns hier interessirt, zu einer Äusserung sich nicht veranlasst gesehen.

[39] S. o. S. 4, 12, 28.

[40] S. o. S. 22.

[41] S. o. S. 33.

[42] S. o. Fig. 1 *D*, S. 22.

[43] S. o. S. 17, 24.

[44] Es ist das seit dieser Mittheilung so rasch vergessen worden, dass ich einige Citate geben muss. Ich werde mich auf zwei Autoren aus der unmittelbar vorhergegangenen Zeit beschränken können: Hitzig, Untersuchungen über das Gehirn. Berlin 1874. S. 127—8; vgl. auch Zeitschr. f. Ethnologie, Bd. 6. 1876. Verhandl. d. Berliner Anthropolog. Ges. S. 46—7. — Ferrier, The functions of the brain. London 1876. p. 287—8. (Die Functionen des Gehirnes. Uebersetzt von Obersteiner. Braunschweig 1879. S. 324—5.)

[45] Ich glaube auf die Worte „und die Resultirende" noch besonders aufmerksam machen zu sollen. Es handelt sich danach nicht bloss um die Vorstellungen, sondern auch um das, wofür dieselben Verwendung finden, wozu sie weiter dienen.

[46] Pflüger's Arch. Bd. 13. 1876. S. 3; Bd. 14. 1877. S. 413. — Eine spätere Abänderung des Verfahrens s. noch ebenda, Bd. 20. 1879. S. 8.

[47] Pflüger's Arch. Bd. 14. 1877. S. 29.

Fünfte Mittheilung.

(Vorgetragen in der Sitzung der Physiologischen Gesellschaft zu Berlin am 4. Juli 1879.)*

Meine Herren! Der Fortschritt in der Kenntniss der Grosshirnrinde, über welchen ich Ihnen heute zu berichten vorhabe, betrifft die Sehsphäre und insbesondere die Sehsphäre des Hundes.

Wie Sie sich von meiner ersten Mittheilung vom März 1877 her erinnern, ist der Ausgangspunkt meiner Untersuchungen die Erfahrung gewesen, dass nach beiderseitiger Exstirpation einer nahe der hinteren oberen Spitze des Hinterhauptslappens gelegenen Rindenstelle A_1 — selbstverständlich hier und in der Folge immer, wenn nach einigen Tagen die entzündliche Reaction und damit die Functionsstörung in der Umgebung der Exstirpationsstellen vorüber[48] — der Hund seelenblind ist, d. h. wohl noch Gesichtswahrnehmungen hat und alles sieht, aber die Gesichtsvorstellungen, welche er besass, seine Erinnerungsbilder der früheren Gesichtswahrnehmungen, verloren hat, so dass er nichts kennt oder erkennt, das er sieht. Es ergab sich weiter, dass diese Seelenblindheit mit der Zeit sich verliert, und zwar dadurch, dass der Hund mittels seiner neuen Gesichtswahrnehmungen von neuem Gesichtsvorstellungen gewinnt; da es ganz in die Hand des Experimentators gelegt ist, ob der Hund gewisse Gesichtsvorstellungen überhaupt wiedergewinnt, und ob dieselben früher oder später sich wieder einstellen, unterliegt es keinem Zweifel, dass der Hund wirklich von neuem sehen lernt, d. h. das Gesehene kennen lernt. Ich schloss damals aus diesen Erfahrungen, dass an der Grosshirnrinde „ein der Gesichtswahrnehmung dienender Abschnitt, eine Sehsphäre, von grösserer Ausdehnung als die Stelle A_1 existire, dass in dieser Sehsphäre die Erinnerungsbilder der Gesichtswahrnehmungen in der Reihenfolge etwa, wie die Wahrnehmungen dem Bewusstsein zuströmen, gewissermassen von einem centralen Punkte aus

* Verhandlungen der Physiologischen Gesellschaft zu Berlin, 1878/79. No. 18 (ausgegeben am 20. Juli 1879); du Bois-Reymond's Arch. 1879. S. 581.

in immer grösserem Umkreise deponirt werden, und dass nach Exstirpation der zur Zeit alle oder die meisten Erinnerungsbilder beherbergenden Stelle A_1 der Rest der Sehsphäre in der Umgebung von A_1 mit neuen Erinnerungsbildern besetzt werde“. Indess vermochte ich diesen Schluss zunächst gar nicht weiter zu stützen, und auch noch in meiner zweiten Mittheilung vom Juli 1877 konnte ich nur entzündliche Erscheinungen, welche unter Umständen an seelenblind gemachten und restituirten Hunden auftreten, dafür geltend machen. Aber in meiner dritten Mittheilung vom März 1878 war ich imstande, Ihnen gewisse Sehstörungen als regelmässige Folgen der in der Umgebung von A_1 ausgeführten Exstirpationen vorzuführen, Sehstörungen, welche keine andere Deutung zuliessen, als dass mit jeder solchen Exstirpation gewissermassen ein zweiter blinder Fleck an der Retina des Hundes gesetzt war, jedesmal die Gesichtswahrnehmung für eine circumscripte Stelle der Retina erloschen, der Hund für diese Stelle, wie ich es nannte, rindenblind war. So liess sich die Ausdehnung der Sehsphäre (A) über den ganzen Hinterhauptslappen, die der Falx zugekehrte Seite des Gyrus medialis eingeschlossen, nachweisen. Auch war es mir zweimal gelungen, Hunde, welchen ungefähr in dieser Ausdehnung die Rinde einer Hemisphäre exstirpirt war, längere Zeit am Leben zu erhalten: beide Hunde waren anfangs auf dem gegenseitigen Auge nicht bloss seelenblind, sondern ganz rindenblind, und die Restitution innerhalb vier Wochen ging nur so weit, dass die Thiere beim langsamen Gehen die Hindernisse vermieden, während die Wiederkehr von Erinnerungsbildern sich nicht constatiren liess.

In derselben dritten Mittheilung konnte ich auch für den Affen die Rinde des hier scharf abgegrenzten Hinterhauptslappens als die Sehsphäre nachweisen. Beiderseitige gleiche partielle Exstirpationen hatten regelmässig Störungen der Gesichtswahrnehmung, manchmal auch den Verlust einzelner Gesichtsvorstellungen zur Folge. Einseitige totale Exstirpation der Rinde an der convexen Fläche machte den Affen für die Dauer hemiopisch, rindenblind für die der Verletzung gleichseitigen Hälften beider Retinae. Endlich durch beiderseitige ebensolche Exstirpation wurde der Affe ganz rindenblind, und selbst in Monaten besserte sich sein Sehen nicht weiter, als dass er beim langsamen Gehen nicht mehr anstiess.

Bin ich auch in meiner vierten Mittheilung vom November v. J. auf die Sehsphäre nicht zurückgekommen, so habe ich dieselbe doch keinen Augenblick aus den Augen verloren. Ihre weitere Verfolgung, mochte sie auch zur Zeit nicht gerade die dringendste Aufgabe in betreff der Grosshirnrinde sein, bot doch den besonderen Vortheil, dass sie in mehrfacher Hinsicht gewissermassen die Probe auf das Exempel zu machen gestattete, dass sie die Richtigkeit des Vorgehens, welches zu

den eben flüchtig skizzirten Ergebnissen geführt hatte, und die Richtigkeit dieser Ergebnisse selbst prüfen liess durch die Lösung der sich unmittelbar anschliessenden Aufgaben, wie ich sie in meiner dritten Mittheilung bereits angedeutet hatte.

Um das Nächstliegende zuerst zu nehmen, so war mit der beiderseitigen Hemiopie des Affen als Folge der Exstirpation der Rinde eines Hinterhauptslappens die Verbindung jeder Hemisphäre mit beiden Retinae zum ersten Male durch den Versuch erwiesen und die physiologische Bedeutung der partiellen Sehnervenkreuzung im Chiasma der höheren Säugethiere, wie sie auf grund anatomischer und klinischer Erfahrungen längst vielfach behauptet war[49], nunmehr durch den Versuch aufgehellt. Aber im Widerspruche damit stand, dass ich beim Hunde jeder Sehsphäre die ganze Retina der entgegengesetzten Seite zugehörig gefunden hatte, da doch Hrn. v. Gudden's Untersuchungen auch für den Hund eine unvollständige Kreuzung der Sehnerven, nur mit beträchtlicherer Grösse der gekreuzten Bündel ergeben hatten[50]. Dieser Widerspruch, welcher mich schon zur Zeit meiner dritten Mittheilung so beschäftigte, dass ich, trotz der gedrängten Kürze dieser Mittheilung, dem Vergleiche der Sehsphären des Affen und des Hundes die Bemerkung hinzuzufügen nicht unterliess: „ich habe wenigstens trotz aller Mühe von einer der Verletzung gleichseitigen Sehstörung nie beim Hunde mich überzeugen können“[51], — dieser Widerspruch war also zu beseitigen.

Zweitens hatte ich in den Ergebnissen der Exstirpationsversuche, welche die um A_1 gelegenen Stellen betrafen, den Nachweis des anatomischen Substrates für die Localzeichen der Gesichtsempfindungen gesehen. Denn wenn, sagte ich, „mit der Exstirpation einer zusammenhängenden Rindenpartie immer die Wahrnehmung für eine zusammenhängende Partie der lichtempfindlichen Netzhautelemente ausfällt, so kann es nicht anders sein, als dass die centralen Elemente der Sehsphäre, in welchen die Opticusfasern enden und die Gesichtswahrnehmung statthat, regelmässig und continuirlich angeordnet sind wie die lichtempfindlichen Netzhautelemente, von welchen die Opticusfasern entspringen, derart dass benachbarten Netzhautelementen immer benachbarte wahrnehmende Rindenelemente entsprechen“[52]. Demnach galt es nunmehr, die relative Lage der lichtempfindlichen Netzhautschicht einerseits, der wahrnehmenden Rindenschicht andererseits genauer festzustellen.

Was die erste Aufgabe betrifft, so sind mittlerweile einschlägige Versuche schon von anderen Seiten beigebracht worden.

Hr. Nicati[53] hat an jungen Katzen — zwischen Katze und Hund kann hinsichts der fraglichen Verhältnisse kein wesentlicher Unterschied bestehen — die mediane Halbirung des Chiasma ausgeführt und danach constatirt, dass die Thiere sahen. Wie sie sahen, ist nicht ermittelt oder wenigstens nicht angegeben.

Andere Versuche haben die HH. Luciani und Tamburini[54] mitgetheilt. Dieselben nehmen, infolge nicht genügend sorgsamer Untersuchung, das Sehcentrum des Hundes in der zweiten äusseren Windung (d. i. im Gyrus supersylvius R. Owen) gelegen an, und zwar in einer langen Rindenzone, welche sich von der Frontalregion bis zur Occipitalregion erstreckt. Einseitige Zerstörung dieser Zone oder auch nur ihres parietalen Theiles (welcher in meine „Fühlsphäre des Auges" und meine „Sehsphäre" fällt) sahen sie fast vollkommene Amaurose des gegenseitigen Auges und leichte Amblyopie des gleichseitigen Auges mit sich bringen, von welchen die letztere rasch verschwand, die erstere nur langsam sich besserte. Führten sie die gleiche Operation auch auf der zweiten Seite aus, so fanden sie, auch wenn die Sehstörungen infolge der ersten Operation sich bereits ausgeglichen hatten, fast vollkommene beiderseitige Blindheit: und diese Blindheit besserte sich nur sehr langsam, so dass noch nach Wochen Sehstörungen bestanden.

Endlich hat hierhergehörige Versuche ganz neuerdings Hr. Goltz[55] veröffentlicht. Hr. Goltz eifert gegen die Angabe der vorgenannten Herren, dass er gleich mir eine vollständige Kreuzung der Sehnerven beim Hunde angenommen haben sollte — ich muss bemerken, dass bis heute von der Kreuzung der Sehnerven bei mir überhaupt gar nicht die Rede gewesen ist —, und er betont, dass er schon 1876 seine „Ueberzeugung" dahin ausgesprochen hat[56], dass bei Hunden jede Grosshirnhälfte mit beiden Augen in Verbindung steht. Jetzt nun bringt Hr. Goltz zwei Versuche zum Beweise bei. Einem Hunde wurden 5 g Rindensubstanz des linken Hinterhauptslappens herausgespült und das linke Auge ausgeschält. Nach 5 Monaten waren die Sehstörungen wesentlich zurückgebildet. Nun wurden $4^1/_2$ g des rechten Hinterhauptslappens fortgenommen. Danach war es über 14 Tage hinaus überhaupt zweifelhaft, ob der Hund sah, und erst nach 3 Wochen folgte er der Bewegung der Hand mit dem Auge und dem Kopfe. Ein analoger Versuch an einem zweiten Hunde lieferte ähnliche Ergebnisse.

Sie beachten vielleicht beiläufig, dass Hr. Goltz diese Versuche, bei welchen die Exstirpationen immer am Hinterhauptslappen vorgenommen sind, dort berichtet, wo er gerade die Existenz insbesondere der Sehsphäre bekämpft und die ganze Grosshirnrinde zu dem Sehen in Beziehung setzt. Doch thut das hier nichts weiter zur Sache. Dass jede Hemisphäre des Hundes mit beiden Augen in Verbindung steht, dafür kann die linksseitige Amblyopie, welche die HH. Luciani und Tamburini als die Folge ihrer linksseitigen Exstirpation angeben, als Nachweis nicht gelten; denn diese Amblyopie that sich ihnen nur darin kund, dass die Hunde in der ersten Zeit nach der Operation, mochten beide Augen offen oder das rechte Auge verschlossen sein, langsam und vorsichtig gingen, und das sieht man bei jedem normalen Hunde, welchen

man auf ein Auge beschränkt, so lange er sich an diese Beschränkung noch nicht gewöhnt hat. Dagegen ist durch die Versuche von Hrn. Nicati, wie durch diejenigen Versuche einerseits der HH. Luciani und Tamburini, andererseits des Hrn. Goltz, bei welchen der linksseitigen Exstirpation später die rechtsseitige folgte und nunmehr neue Sehstörungen am rechten Auge bemerklich waren, jener Nachweis wohl geführt.

Ich bin inzwischen in anderer Weise vorgegangen. Mir kam es darauf an, wenn eine Beziehung jeder Sehsphäre zu beiden Retinae auch beim Hunde bestand, diese Beziehung sogleich genauer zu bestimmen. Dazu bot die totale Exstirpation einer Sehsphäre das Mittel dar, eine Operation allerdings, deren Misslichkeit ich Ihnen schon wiederholt zu erwähnen gehabt habe. Nicht nur ist die Exstirpation an sich schwierig, weil sie die der Falx zugekehrte Rinde des Gyrus medialis und das ganze hintere Ende der Hemisphäre mit umfassen muss, sondern es gehen auch, wie bei der grossen Ausdehnung der Verletzung und der Nachbarschaft der Sinus nicht zu verwundern, infolge von Blutung, Entzündung, Eiterung, Durchbruch in den Ventrikel u. s. w. die operirten Thiere sehr häufig in früher Zeit zugrunde. Trotz alledem bin ich durch Ausdauer und Uebung der Operation gut Herr geworden, und ich habe nach wohl ausgeführter Exstirpation, bei welcher ich sogar die Rinde auf eine grössere Tiefe als sonst, in der Dicke von 3^{mm} und darüber, abgeschnitten hatte, 7 Hunde weit über die Zeit der Verheilung hinaus, bis 13 Wochen am Leben erhalten. Die Ergebnisse aller Versuche stimmten überein und waren, immer unter der Voraussetzung der linksseitigen Exstirpation, im wesentlichen folgende.

Wenn nach 3—5 Tagen das Fieber vorüber, fällt an dem sich freiwillig gut bewegenden Hunde bloss auf, dass er, vor sich hingehend, häufig sich im Bogen linksum dreht[57]; auf besondere Veranlassung dreht er sich auch gut rechtsum, nur stösst er bei solcher Drehung hin und wieder mit der rechten Seite des Kopfes an einen Gegenstand an. Der Hund sieht und erkennt alles, und, was bei meinen Versuchen immer schon von selber sich versteht, Hören, Riechen, Schmecken, Empfinden, endlich alle Bewegungen sind normal. Hat man dem Hunde das rechte Auge verbunden, so ist alles ebenso, und von einer Amblyopie ist nichts zu bemerken. Hat man ihm dagegen das linke Auge verbunden[58], so bewegt sich der Hund nicht freiwillig, und wenn er durch Hunger und Durst oder durch Lockung zum Gehen veranlasst ist, so geht er langsam mit vorgestrecktem Kopfe, dreht sich sehr häufig im Bogen linksum und stösst auch häufig an Gegenstände mit der rechten Seite des Kopfes an; dabei kennt oder erkennt er nichts, nicht die Fleischschüssel, nicht den Eimer, nicht den Menschen u. s. f. So erscheint der Hund, so lange man nicht auf besondere Prüfungen verfällt, wie ich es früher von zwei ähnlichen Versuchen angab, linkerseits normalsichtig, rechterseits voll-

kommen blind; und in den nächsten Wochen ändert sich das Verhalten nur so weit, dass der Hund bei verbundenem linken Auge mit der Zeit immer besser und schliesslich sogar beim langsamen Gehen recht gut die Hindernisse vermeidet, auch einzelne Objecte, z. B. die geschwungene Peitsche, wohl erkennt. Indess verfeinert man die Prüfungen, so zeigt sich sogleich bei der ersten Untersuchung, dass der Hund mit verbundenem linken Auge vor seinem rechten Auge und zu seiner rechten Seite allerdings gar nichts sieht, dass er aber aufmerkt, sobald man vor seine Nase oder vor sein linkes Auge die Finger, ein brennendes Streichholz, den Peitschenstock u. dgl. bringt, und auch ein wenig das rechte Auge dreht, wenn man die vorgehaltenen Objecte bewegt. Der Hund sieht also mit der äussersten lateralen Partie der rechten Retina. Doch erkennt er das Gesehene nicht; denn nicht bloss lassen das Streichholz und der Stock ihn im übrigen unbewegt, er greift auch nicht zu, so hungerig und durstig er ist, wenn man Fleisch oder ein Wassergefäss ebendort vorhält. Führt man dann ein Fleischstück und die Wasserschale, nachdem man sie vor dem linken Auge gehalten hat, an den Mund des Hundes und lässt ihn fressen und saufen, so schnappt der Hund fortan zu, wenn man wiederum die Hand, ob mit oder ohne Fleisch, dort vorhält, und dreht sich und schickt sich zum Saufen an, wenn man wieder die Schale oder ein ähnliches Gefäss, ob mit oder ohne Wasser, vor das linke Auge bringt. Das Streichholz und der Stock lassen den Hund auch ferner noch ganz kalt; aber brennt man ihn einmal mit dem ersteren an der Nase, oder schlägt man ihn mit dem letzteren, so zuckt später der Kopf zurück, wenn wieder ein Streichholz, bezw. der Stock vor das linke Auge gebracht wird. Wirft man, während man, in der Fütterung des Hundes begriffen, gerade vor diesem steht, ein Fleischstück, das man vor dem linken Auge des Hundes gehalten, vor ebendiesem Auge vorbei, so folgt der Hund ausnahmslos, indem er sich rasch dreht, dem Fleischstücke und nimmt es gut auf, höchstens dass er es einen Moment zu suchen hat. Wirft man dagegen das Fleischstück von derselben Anfangsstellung aus vor dem rechten Auge vorbei, so schaut der Hund verdutzt darein, ohne sich zu rühren, oder sucht vor sich auf dem Boden nach. Alles dies ändert sich dann durch Wochen und durch Monate gar nicht weiter, als dass der Hund mit Hülfe des rechten Auges allein immer freier sich bewegen und desto mehr Objecte kennen lernt, je öfter und je länger man sein linkes Auge verbunden hält und sich mit ihm beschäftigt.

Damit wäre dargethan, dass die äusserste laterale Partie der Retina nicht der gegenseitigen Sehsphäre zugehört, bliebe nicht das Bedenken, dass doch möglicherweise die volle Exstirpation dieser Sehsphäre nicht gelungen wäre. Das Bedenken zu beseitigen, kann man die Exstirpation noch grösser, besonders nach vorn und nach aussen und unten ausge-

dehnter vornehmen, in welchem Falle man dasselbe Resultat erhält; oder man kann später noch eine einfache kleine Exstirpation hinzufügen, die der lateralen Partie der rechtsseitigen Sehsphäre, eine Operation, deren Bedeutung für die vorliegende Frage die Folge ergeben wird. Indess ist überhaupt gar kein neuer Versuch nöthig: denn die Widerlegung des Bedenkens übernimmt unser in Rede stehender Versuch selber, wenn wir nur auch noch das linke Auge so genau wie das rechte untersuchen. Da finden wir, dass, so viel von der rechten Retina der linken Sehsphäre nicht zugehört, gerade so viel von der linken Retina ebendieser Sehsphäre zugeordnet ist. So normalsichtig unser Hund auf dem linken Auge anscheinend ist, er sieht, wenn ihm das rechte Auge verbunden ist, keinen Gegenstand, den man vor seiner Nase oder seinem rechten Auge hält oder dort bewegt, und er merkt erst auf, wenn der Gegenstand vor das linke Auge gekommen ist. Und wechselt man mit dem Verbinden des rechten und des linken Auges ab, so ist es überraschend zu sehen, wie genau der Defect des Gesichtsfeldes des linken Auges in Lage und Ausdehnung dem Reste des Gesichtsfeldes des rechten Auges entspricht. Auch giebt sich der linksseitige Defect schon im groben darin kund, dass unser Hund mit verbundenem rechten Auge, wenn man Fleischstücke wirft, die man vor seinem linken Auge gehalten, diesen nur folgt, wenn sie an dem linken, nicht aber, wenn sie an dem rechten Auge vorbeigegangen sind. Durch Wochen und durch Monate erhält sich dann der Defect des linken Auges ganz unverändert: während der Hund mit der äussersten Partie seiner rechten Retina allmählich wieder die Objecte kennen lernt, bleibt er unverändert rindenblind für die äusserste Partie der linken Retina.

Es ist also jede Retina zum grössten Theile mit der gegenseitigen Sehsphäre und nur zu einem kleinen Theile, nämlich mit ihrer äussersten lateralen Partie, mit der gleichseitigen Sehsphäre in Verbindung. Die letztere Partie ist, nach dem Gesichtsfelddefecte des einen und dem Gesichtsfeldreste des anderen Auges zu schliessen, bei den verschiedenen Hunderacen von etwas verschiedener Grösse und zwar, wie mir aufgefallen ist, dort grösser, wo die Divergenz der Augen geringer ist; aber auch in den günstigsten Fällen dürfte sie nicht mehr als etwa ein Viertel der Retina ausmachen[59].

An die Lösung der zweiten Aufgabe bin ich ganz systematisch mit partiellen Exstirpationen der Sehsphäre gegangen, habe — immer bei anderen Hunden — die einen Male die innere, die anderen Male die äussere, weiter die vordere und dann wieder die hintere Hälfte der Sehsphäre fortgenommen, habe dazu kleinere Exstirpationen im Bereiche der Sehsphäre gemacht und habe jedesmal die Sehstörung möglichst genau zu bestimmen mich bemüht. Die Ergebnisse der gleichartigen Versuche kamen überein, und die der ungleichartigen reihten sich gut aneinander;

ich stelle die wesentlichsten zusammen, indem ich immer die linke Hemisphäre als von der Exstirpation betroffen annehme.

Ist die innere oder mediale Hälfte der Sehsphäre exstirpirt, so bewegt sich der Hund, wenn das rechte Auge verbunden ist, ganz ungenirt, er sieht und erkennt allerorten alles in normaler Weise, und geworfenen Fleischstücken, sie mögen am rechten oder am linken Auge vorbeigegangen sein, folgt er sehr gut und gerade so gut wie ein unversehrter Hund. Hat man dagegen das linke Auge verbunden, so bewegt sich der Hund von freien Stücken nur wenig und immer nur langsam, auch bevorzugt er auffällig die Linksdrehung, und manchmal, besonders wenn er rechtsum sich zu drehen veranlasst ist, stösst er mit der rechten Kopfseite an. Wirft man Fleischstücke, so folgt der Hund bloss dann gut, wenn der Wurf am linken Auge vorbei erfolgte, während er gar keine Bewegung macht oder höchstens vor sich auf dem Boden nachsieht, wenn das Fleischstück am rechten Auge vorüberging. Nähert man ein Fleischstück dem rechten Auge von seiner rechten Seite her, so fällt es auf, wie spät der Hund es erst bemerkt, aber er folgt danach der Bewegung gut mit dem Auge und dem Kopfe, so dass er das Fleischstück nicht aus dem Gesichte verliert. Nähert man umgekehrt das Fleischstück von der linken Seite her, so bemerkt es unser Hund so früh wie der normale Hund, aber er folgt dann der Bewegung nur eine Weile gut, und plötzlich ist ihm das Fleischstück verschwunden. Nähert man ein brennendes Streichholz oder die Peitsche von der linken Seite her, so merkt der Hund auf und zuckt auch meist sofort zurück, sobald nur überhaupt das Bild auf der Retina entsteht; dagegen kann man dieselben Objecte von der rechten Seite her ganz nahe an das Auge heran und sogar etwas vor das Auge bringen, und der Hund bleibt unbewegt. Und so kann man weiter noch durch Fleisch und andere Objecte, welche man vor dem ruhig liegenden Hunde an verschiedenen Orten niederlegt, sicherstellen, dass der Hund kein Object sieht, dessen Bild auf der inneren Hälfte seiner rechten Retina entsteht, während er alles sieht und meist auch gut erkennt, was auf der äusseren Hälfte derselben Retina sich abbildet. In Monaten ändert sich nichts, als dass der Hund mit verbundenem linken Auge mit der Zeit immer freier sich bewegt.

Ist nicht die ganze innere oder mediale Hälfte der Sehsphäre exstirpirt, sondern bloss etwa ihr innerstes Drittel — noch nicht der ganze in den Gyrus medialis fallende Theil der Sehsphäre —, so ist alles nahezu ebenso. Nur bewegt sich der Hund mit verbundenem linken Auge von vorneherein sichtlich freier, und er folgt auch dem Fleischstücke, das man am rechten Auge vorbeiwirft, erst eine Weile mit dem Kopfe, ehe er es verliert, oder dreht sich sogar ein wenig rechtsum und fängt an seiner rechten Seite zu suchen an. Bei der genauen Prüfung

mittels vorgehaltenen oder vorgelegten Fleisches habe ich mich hier wiederholt deutlich zu überzeugen vermocht, dass die rindenblinde mediale Partie der Retina nicht bis zur Mitte der Retina sich erstreckte.

Ganz anders sind die Beobachtungen, welche man macht, wenn die äussere oder laterale Hälfte der linken Sehsphäre exstirpirt ist. Zunächst ergiebt sich bei verbundenem rechten Auge alles gerade so, wie wenn die ganze linke Sehsphäre exstirpirt wäre: der Hund sieht keinen Gegenstand, der vor seiner Nase oder seinem rechten Auge sich befindet, die äusserste laterale Partie der linken Retina ist rindenblind. Verbindet man dann das linke Auge, so sieht der Hund die Objecte, welche man vor seine Nase oder sein linkes Auge bringt, sehr wohl, nur erkennt er sie nicht, und er sieht auch alles und erkennt es meist, was an der rechten Seite des rechten Auges sich befindet. Aber wenn man, während der Hund das rechte Auge ruhig hält, diesem Auge von vorn und etwas von links her Objecte nähert oder die Objecte so vor dem Hunde hinlegt, dass ihr Bild auf der inneren Partie der lateralen Hälfte der Retina entsteht, so sieht der Hund die Objecte nicht. Die Lücke, welche demnach unser Hund inmitten des Gesichtsfeldes seines rechten Auges hat, und welche er für die Dauer behält, giebt sich auch in der ersten Zeit ganz im groben kund, wenn das linke Auge verbunden ist. Bewegt man nämlich ein Object, nachdem der Hund aufgemerkt hat, mässig rasch von rechts nach links oder von links nach rechts, so folgt der Hund wohl eine Weile gut mit dem Kopfe, hat dann aber plötzlich das Object aus dem Gesichte verloren. Führt man ferner bei der Fütterung des Hundes die Fleischstücke immer von seiner linken Seite heran und lässt den Hund zuschnappen, so schnappt der Hund regelmässig zu weit nach links, so dass das Fleischstück an seiner rechten Seite bleibt.[60] Wirft man endlich Fleisch bald am rechten, bald am linken Auge vorbei, so folgt der Hund zwar jedesmal, aber ungleich gut: gehen die Fleischstücke am linken Auge vorbei, so dreht sich der Hund rasch linksum, ist sogleich an der richtigen Stelle, an welcher das Fleischstück zu Boden gekommen, und hat dieses im nächsten Momente gefunden; gehen die Fleischstücke am rechten Auge vorbei, so erfolgt die Rechtsdrehung langsam und unzureichend, und der Hund fängt, noch weit von der richtigen Stelle entfernt, das Fleisch zu suchen an. Schon in der zweiten Woche haben diese Abnormitäten sich verloren; offenbar hat das Thier die neue Lücke im Gesichtsfelde durch Erfahrung ebenso überwinden gelernt, wie die normale Lücke des blinden Flecks.

Hat die Exstirpation nicht die ganze äussere oder laterale Hälfte, sondern etwa nur das äusserste Drittel der linken Sehsphäre betroffen, so ist die äusserste laterale Partie der linken Retina ebenso, wie vorhin, rindenblind, dagegen ist am rechten Auge nunmehr gar keine Abnormität zu constatiren. Es ist also die äusserste laterale Partie der

Retina gerade der äussersten lateralen Partie der gleichseitigen Sehsphäre zugeordnet, und das an jene äusserste Partie nach innen anstossende Stück der lateralen Retinahälfte gehört dem an die äusserste Partie nach innen angrenzenden Stücke der gegenseitigen Sehsphäre zu.

Hunde, welchen die vordere, und andere Hunde, welchen die hintere Hälfte der linken Sehsphäre exstirpirt ist, bieten, wenn man ihnen das linke Auge verbunden hat, aber auch schon ohnedies, einen auffallenden Gegensatz in der Haltung und den Bewegungen ihres Kopfes dar. Die ersteren tragen den Kopf abnorm vorgestreckt und tief, manchmal fast am Boden, die letzteren abnorm zurückgezogen und hoch. Den Menschen, der vor ihnen steht, oder das Fleischstück, das etwas hoch ihnen vorgehalten wird, fixiren die ersteren, indem sie nur wenig die Schnauze heben, die letzteren, indem sie den Kopf ganz in den Nacken zurückwerfen und oft dabei auch rückwärts gehen. Um ein Fleischstück vom Boden aufzunehmen, schieben die ersteren den Kopf langsam und nahezu horizontal, dem Boden fast parallel, heran, die letzteren schiessen gewissermassen auf das Fleischstück los, indem sie den Kopf steil von oben nach unten führen. Ist das linke Auge verbunden, so finden die letzteren Hunde vorgeworfenes Fleisch sofort, auch wenn sie es vorher nicht gesehen haben; die ersteren Hunde dagegen finden es gar nicht oder erst nach langem Suchen, auch wenn man sie vorher es fixiren liess. Und was dies alles schon erwarten lässt, das lehrt dann auch die genaue Untersuchung: die Hunde, welchen die vordere Hälfte der linken Sehsphäre exstirpirt ist, sehen keinen Gegenstand oder verlieren den Gegenstand aus dem Gesichte, sobald sein Bild auf die obere Hälfte der rechten Retina mit Ausschluss ihrer äussersten lateralen Partie oder auf die obere Hälfte der äussersten lateralen Partie der linken Retina fällt, sie sind rindenblind für diese oberen Retinaabschnitte; den anderen Hunden, an welchen die hintere Hälfte der linken Sehsphäre zerstört ist, geht es ebenso mit den entsprechenden unteren Retinaabschnitten, — nur von dem Verhalten der äussersten lateralen Partie der linken Retina habe ich mich hier noch nicht sicher überzeugen können.

Alles zusammengenommen ergiebt sich also folgendes: Jede Retina ist mit ihrer äussersten lateralen Partie zugeordnet dem äussersten lateralen Stücke der gleichseitigen Sehsphäre. Der viel grössere übrige Theil jeder Retina gehört dem viel grösseren übrigen Theile der gegenseitigen Sehsphäre zu, und zwar so, dass man sich die Retina derart auf die Sehsphäre projicirt denken kann, dass der laterale Rand des Retinarestes dem lateralen Rande des Sehsphärenrestes, der innere Rand der Retina dem medialen Rande der Sehsphäre, der obere Rand der Retina dem vorderen Rande der Sehsphäre, endlich der untere Rand der Retina dem hinteren Rande der Sehsphäre entspricht.

Die Figg. 5 und 6 werden dies Ergebniss veranschaulichen. In

Fig. 5 ist ein Frontalschnitt durch beide Sehsphären etwa in der Mitte der Stelle A_1 gelegt, und man sieht von vorn auf die hinteren Hälften der Sehsphären; die Augen sind horizontal querdurchschnitten. In Fig. 6 sieht man auf beide Retinae (das Centrum jeder ist mit *c* bezeichnet)

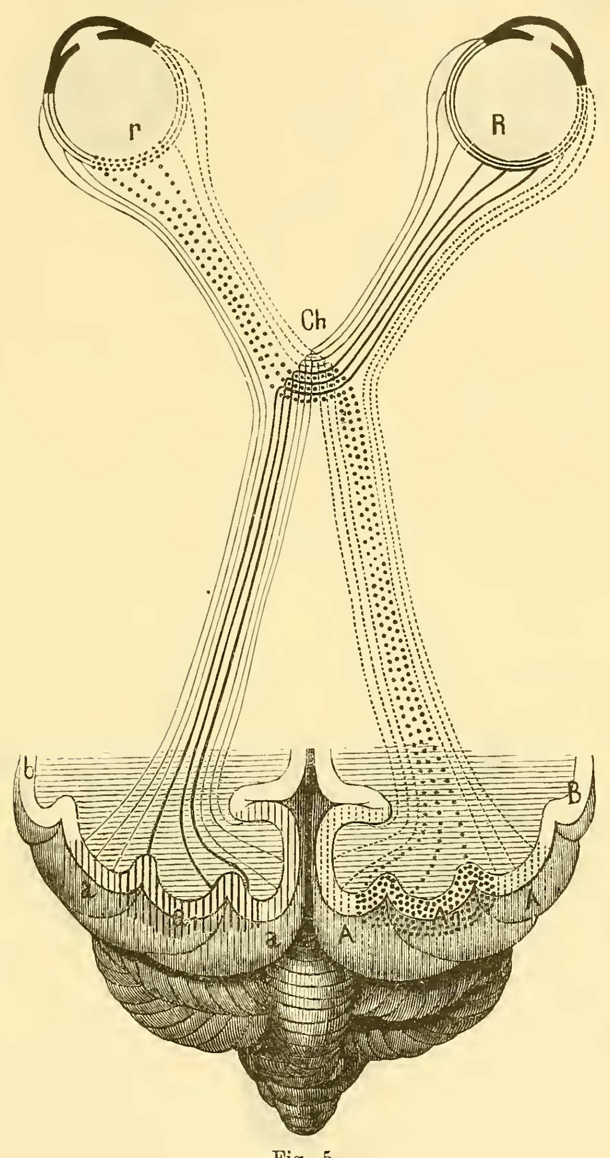


Fig. 5.

von hinten, auf beide Sehsphären von oben. Die rechte Sehsphäre (A) ist punktirt, die linke (a) mit Linien ausgeführt, und die Stellen (A_1 und a_1), deren Exstirpation Seelenblindheit zur Folge hat, sind dunkler gehalten. Ebenso punktirt, bezw. linirt sind dann die zugehörigen Par-

tien der beiden Retinae (*R r*)[61], und ausserdem sind die correspondirenden Punkte[62] von Sehsphäre und Retina durch Linien verbunden, welche entsprechend punktirt, bezw. ausgezogen sind. Mit *B* und *b* sind die an die Sehsphären sich anschliessenden Hörsphären bezeichnet.

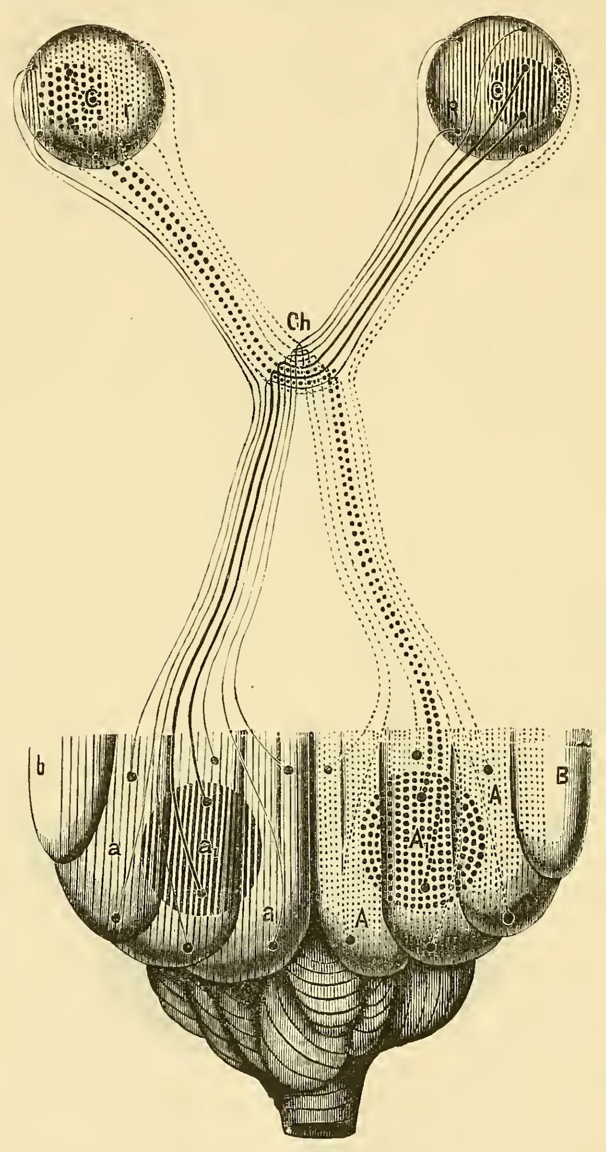


Fig. 6.

Erinnern Sie sich nun, dass beim Hunde die Stelle des deutlichsten Sehens an der äusseren Hälfte der Retina gelegen ist und nach den Bestimmungen der HH. Grossmann und Mayerhausen[63] der Winkel zwischen der Gesichtslinie und der Hornhautaxe nahe 30° beträgt, so

gehört, wie Sie sehen, die Stelle A_1 der Sehsphäre demjenigen Theile der Retina zu, welcher die Stelle des deutlichsten Sehens enthält. Mit dieser Erkenntniss ist die thatsächliche Unterlage gewonnen für die im März v. J. von mir versuchte Lösung des Räthsels, dass trotz der grossen Ausdehnung der Sehsphäre die Erinnerungsbilder der Gesichtswahrnehmungen so gesammelt in der Stelle A_1 sich finden. Nachdem ich für die Localzeichen der Gesichtsempfindungen den Nachweis des anatomischen Substrates geliefert hatte, meinte ich damals[64], das Räthsel fände „einfach dadurch seine Lösung, dass die Stelle A_1 der Sehsphäre coordinirt ist der Stelle des deutlichsten Sehens der Retina, welche beim Hunde an der äusseren Hälfte der Retina gelegen ist. Immer diese selbe Stelle der Retina wird für deutliches Sehen in Anspruch genommen; darum wird die deutliche Wahrnehmung der Objecte immer der zugehörigen Stelle A_1 der Sehsphäre zufallen, und darum werden hier — wie ich ohne Ahnung des Zusammenhanges bereits in meiner ersten Mittheilung[65] es aussprach — die Erinnerungsbilder der Gesichtswahrnehmungen in der Reihenfolge etwa, wie die Wahrnehmungen dem Bewusstsein zuströmen, gewissermassen von einem centralen Punkte aus in immer grösserem Umkreise deponirt werden". Nichts, scheint mir, kann besser darthun, wie berechtigt das experimentelle Vorgehen auf grund der einfachsten Annahmen auch auf dem Gebiete der Grosshirnphysiologie ist, als die Entwickelung, welche jener erste Versuch über die Seelenblindheit soweit genommen hat.

Werfen wir schliesslich noch einen Blick auf die Sehnervenfasern, welche die correspondirenden Netzhaut- und Sehsphärenpunkte, die zusammengehörigen lichtempfindlichen Netzhautelemente und wahrnehmenden Rindenelemente verbinden.

Mit der beiderseitigen Hemiopie des Affen nach der einseitigen Sehsphärenexstirpation und mit den Ihnen heute vorgelegten Ergebnissen am Hunde ist der Streit über die vollständige oder unvollständige Kreuzung der Sehnerven im Chiasma der höheren Säugethiere durch den Versuch zu gunsten derer entschieden[66], welche, wie besonders Hr. v. Gudden[50], auf grund der anatomischen Untersuchung des Chiasma und der Nervi und Tractus optici jedem Sehnerven ein gekreuztes und ein ungekreuztes Faserbündel zugeschrieben haben, von welchen das erstere Bündel vom Menschen zum Kaninchen hin immer grösser, das letztere Bündel entsprechend immer kleiner wird. Unsere Versuche lehren dann weiter, dass das ungekreuzte Bündel des Sehnerven die von der äussersten lateralen Netzhautpartie zur äussersten lateralen Sehsphärenpartie ziehenden Fasern enthält. Aber unsere Versuche lehren ferner noch, dass im Verlaufe des gekreuzten Bündels des Sehnerven eine Verschiebung oder Umsetzung aller Fasern desselben der Reihe nach zustandekommt, derart dass die Fasern gerade so, wie sie anfangs von rechts nach links auf-

einanderfolgen, später von links nach rechts aneinandergereiht sind. Ich sage: eine Verschiebung oder Umsetzung der Fasern; denn eine Drehung oder ein Umschlag des Bündels im ganzen ist dadurch ausgeschlossen, dass für solchen Fall die anfangs unteren Fasern später zu den oberen und umgekehrt die anfangs oberen Fasern später zu den unteren werden müssten, wogegen die gefundenen Beziehungen der oberen Netzhauthälften zu den vorderen Sehsphärenhälften und der unteren Netzhauthälften zu den hinteren Sehsphärenhälften entschieden sprechen. Wo im Verlaufe des Bündels die Umsetzung seiner Fasern statthat, das lassen unsere Versuche freilich ganz unbestimmt, indess ist es doch am wahrscheinlichsten, dass dieselbe zugleich mit der Kreuzung der ganzen Bündel im Chiasma vor sich geht. Demgemäss habe ich in Fig. 5 die Kreuzung und die Umsetzung der Fasern im Chiasma für eine Horizontalschicht der Fasern dargestellt. Ich habe dabei wieder die einfachsten Annahmen gemacht, dass in allen Horizontalschichten des Chiasma, von der Zahl der Fasern abgesehen, alles im wesentlichen gleich ist, dass von den Fasern derselben Horizontalschicht nirgend mehr als zwei über einander zu liegen kommen, und dass überhaupt die Verwickelung der Fasern das unumgängliche Mass nicht überschreitet. Diese Annahmen brauchen in der Natur sich nicht erfüllt zu finden, und leicht lassen sich auch verwickeltere Anordnungen herstellen. Aber alle Anordnungen kommen in einem Punkte überein, und diesen hervorzuheben, darum ist es mir zu thun: damit das Postulat unserer Versuche erfüllt werde, dass die Reihenfolge der Fasern des gekreuzten Bündels von rechts nach links in die entgegengesetzte umgewandelt wird, muss eine so eigenthümliche mattenartige Verflechtung der Fasern der beiden gekreuzten Bündel zustandekommen, wie sie Fig. 5 zeigt und noch besser ein danach aus farbigen dicken Wollenfäden hergerichtetes Schema, an welchem die jederseitige Verflechtung der Fasern deutlicher hervortritt.

Für den Affen habe ich infolge der Seltenheit des Materiales die Untersuchung der Sehsphäre mittels partieller Exstirpationen noch nicht durchzuführen vermocht, und ich kann vorerst nur sagen, dass mit den Abweichungen, welche nach den verschiedenen Erfolgen der totalen einseitigen Exstirpation sich von selbst verstehen, beim Affen alles analog sich zu verhalten scheint wie beim Hunde. Hoffentlich bin ich bald in der Lage, Ihnen auch über den Affen genauere Auskunft zu geben.[67]

Anmerkungen.

[48] In Pflüger's Arch. Bd. 26. S. 46 hat sich Goltz dahin über mich beschwert, dass ich an verschiedenen Stellen, z. B. an der im Texte oben vorliegenden, hervorhebe, dass auf die Erscheinungen in den ersten Tagen nach der Operation kein Werth zu legen sei, aber zu sagen vergesse, dass ich mich damit in dem Conflicte

zwischen Goltz und Hitzig auf Goltz' Seite stelle; indem ich zugebe, dass die Beobachtungen der ersten Tage nach der Operation nicht zu brauchen sind, werde im Princip anerkannt, wofür Goltz kämpfe, dass die wahren Ausfallserscheinungen sich an den frisch operirten Thieren nicht feststellen lassen. In dieser Beschwerde ist alles ohne Ausnahme unrichtig. So wenig habe ich Goltz etwas zuzugeben gehabt, dass ich im Gegentheile es vertrete, dass unter Umständen die Beobachtungen der ersten Tage nach der Operation wohl zu brauchen sind, wahre Ausfallserscheinungen sich schon an den frisch operirten Thieren feststellen lassen (vgl. unten die dreizehnte Mittheilung); und so wenig habe ich etwas zu sagen vergessen, dass ich vielmehr bei dem bezeichneten Conflicte, wenn ich auf ihn zu sprechen kommen müsste, auf Hitzig's Seite zu finden sein würde. Auch habe ich nirgend hervorgehoben, dass auf die Erscheinungen der ersten Tage nach der Operation kein Werth zu legen sei, sondern ich habe kurzweg meine Schilderungen mit dem 3.—5. Tage nach der Operation begonnen, weil die Vernachlässigung der ersten Tage bei so starker Narkotisirung und bei so grossen Verletzungen, wie ich sie ausgeführt hatte, selbstverständlich war. Schon Bouillaud sagt im Journal de Physiologie, par Magendie, T. 10. 1830. p. 39: „Es war von der höchsten Bedeutung, dass die Thiere mehrere Tage, selbst Wochen, die Operationen überlebten, sonst hätte ich nur unvollkommen die functionellen Störungen beobachten können, welche den Verstümmelungen entsprachen. Bei den Säugethieren, z. B. bei den Hunden, führt die Abtragung einer ansehnlichen Partie des Hirns oft einen raschen Tod herbei oder Zufälle (accidents), welche nicht wohl zu isoliren gestatten die Erscheinungen, welche von der Abtragung herrühren, von den anderen, welche durch jene Zufälle verschuldet sind.“ Entsprechend heisst es S. 90: „Sprechen wir nicht von den Erscheinungen, welche in den ersten Tagen statthatten, und analysiren wir nur diejenigen, welche wir beobachteten, als das Thier von den Folgen der Verwundung vollkommen hergestellt war.“ Weiter haben Lussana und Lemoigne an den Anfang ihres grossen Werkes Fisiologia dei centri nervosi encephalici, Padova 1871, folgendes gesetzt (Vol. I. p. 1—2): „Für alle unsere Experimentaluntersuchungen gelte folgende Bemerkung. Um die specifische und wahre Function eines Hirnorganes zu bestimmen, ziehen wir wesentlich in Rechnung die Erscheinungen, welche übrig und erhalten bleiben einige Tage nach der Zerstörung des Organes und während des ganzen Lebens des Thieres — wir nennen sie die Erscheinungen der zweiten Versuchsperiode. Wir schreiben nur eine secundäre und ungewisse Bedeutung den Erscheinungen zu, welche sich nur in den ersten Momenten nach der Verstümmelung zeigen und in den folgenden Tagen verschwinden: diese Erscheinungen bieten sich zusammen mit den vorerörterten in einer Periode dar, welche wir die erste Versuchsperiode nennen. Und das sei ein für allemal gesagt. Um genau und in ihrer wahren Natur die Function eines Hirnorganes zu erkennen, darf man sich nicht ausschliesslich auf die Erscheinungen verlassen, welche sich bald nach der Operation darbieten (erste Periode). In ihnen sind mit den Erscheinungen der Abtragung eines Organes verbunden und sogar verwickelt die Erscheinungen, welche daher rühren, dass andere Organe durch Quetschung oder durch Reizung gestört oder geschädigt sind“ (u. s. w.). Aber auch von anderen Seiten sind mehrfach die gleichen Bemerkungen gemacht worden (s. z. B. Schiff, Lehrbuch der Physiologie. Bd. I. Lahr 1858—9. S. 230—1; Nothnagel, Virchow's Arch. Bd. 57. 1873. S. 186, 189—90). Daher haben Lussana und Lemoigne bei einer Veröffentlichung, welche gerade in die Zeit meiner ersten Mittheilung fiel, sich auf die Anmerkung beschränken können: „Wir sagen ein für allemal, dass die Ergebnisse der Vivisectionen keinen wirklichen Werth für den Gegenstand dieser Untersuchungen haben, wenn sie nicht der von uns so genannten

zweiten Versuchsperiode angehören, d. h. der Zeit, zu welcher das Thier, nach mehreren Tagen oder Wochen, sich von allen den verwickelten traumatischen und irritativen Folgen der Operation hat erholen können" (Arch. de Physiologie, 2. sér. T. 4. 1877. p. 120 Note). Und daher war es gewiss selbstverständlich, wie es an der Stelle oben im Texte auch ausdrücklich heisst, dass ich bei meinen Versuchen von den ersten Tagen nach der Operation absah. Dass Goltz oft und immer wieder zu Erörterungen bezüglich der Scheidung von Hemmungs- und Ausfallserscheinungen sich veranlasst sah (Pflüger's Arch. Bd. 13. S. 34, 39—42; Bd. 14. S. 441—3; Bd. 20. S. 1—7, 45—9; Bd. 34. S. 456—8), hat, soviel ich sehe, der Sache nicht Nutzen gebracht und jedenfalls daran, dass mein Verfahren selbstverständlich war, nichts ändern können.

[49] Man findet Zusammenstellungen der Litteratur: Arch. de physiologie, 2. sér. T. 5. 1878. p. 658 (Nicati); — V. Bellouard, De l'hémianopsie. Paris 1880. p. 147.

[50] v. Gräfe's Arch. f. Ophthalm. Bd. 20. Abth. 2. 1874. S. 249; Bd. 21. Abth. 3. 1875. S. 199; Bd. 25. Abth. 1. 1879. S. 1.

[51] S. o. S. 30.

[52] S. o. S. 25.

[53] Compt. rend. de l'Acad. d. sc., T. 86. 1878. p. 1472; Arch. de physiologie, 2. sér. T. 5. 1878. p. 674. Es ist nur angeführt, dass die Kätzchen die Hindernisse auf ihrem Wege umgingen, auf dem Stuhlsitze die Ränder vermieden, der Flamme oder dem hellen Tuche oder auch dem Experimentator mit dem Kopfe folgten, die finstere Zimmerecke aufsuchten, die Pfoten gut auf den Feuerbock des Kamins oder den Rand eines 30^{cm} hohen Brettes legten.

[54] Sui centri psico-sensori corticali. Reggio-Emilia 1879. (Estr. dalla Rivista sperimentale di Freniatria, 1879.) Ist durch die Güte von Hrn. Luciani am 12. März 1879 mir zugegangen.

[55] Pflüger's Arch. Bd. 20. 1879. S. 43—4. (Das betr. Heft ist am 10. Juni 1879 ausgegeben.)

[56] Vgl. Pflüger's Arch. Bd. 13. 1876. S. 25.

[57] Während ich in dieser Bevorzugung der einen Drehrichtung eine Folge der Einschränkung des Gesichtsfeldes gesehen habe (vgl. o. S. 54), sollen nach Loeb (Pflüger's Arch. Bd. 34. 1884. S. 109—10; Bd. 39. 1886 S. 323—5) „wirkliche Reitbahnbewegungen, d. h. motorische Störungen" vorliegen, Störungen, wie sie von Goltz nach Wegspülung eines sehr erheblichen Theiles einer Hemisphäre beobachtet waren (ebenda, Bd. 13. 1876. S. 28—9) und wie man sie nach gewissen Verletzungen im Bereiche der Fühlsphäre findet (vgl. o. S. 54, 57). Gewiss wäre Loeb's Widerspruch berechtigt, wenn nach Ausschaltung der Augen die Thiere ferner noch die eine Drehrichtung bevorzugten. Aber dass Loeb nach Verklebung beider Augen derartige Beobachtungen machte, kann nur daran gelegen haben, dass an seinen Hunden der Angriff des Hinterhauptslappens auch eine Schädigung der Fühlsphäre nach sich gezogen hatte; und man kann darüber gar nicht im Zweifel sein, wo man von einem ausführlicher besprochenen Hunde erfährt, dass derselbe nach zwei Operationen im linken Hinterhauptslappen die Drehung nach links in einem so hohen Grade bevorzugte, wie das Loeb bei einem Hunde, der in der „motorischen Zone" operirt war, kaum je stärker gefunden hatte. Die Hunde, von welchen ich die Folgen der Hinterhauptslappen-Verletzung schildere, haben nach Verbinden der Augen die Bevorzugung einer Drehrichtung nicht mehr gezeigt. Indess bedarf es nicht einmal solcher Ermittelung, um übersehen zu lassen, dass es bloss um eine Folge der Sehstörung sich handeln kann. Denn der Exstirpation der zweiten Sehsphäre folgt, wenn der Hund ganz blind geworden ist, keine Bevorzugung einer Drehrichtung; und

ist die Totalexstirpation beider Sehsphären nicht vollkommen gelungen, so dreht dann zwar der Hund öfters mit Vorliebe nach einer Seite, aber ebensowohl in dem einen Versuche nach der Seite der letzten Operation, wie in dem anderen Versuche nach der entgegengesetzten Seite, und zwar immer dorthin, wohin die auf dem brauchbar gebliebenen Netzhautreste entstehenden Bilder nach aussen gesetzt werden (vgl. u. die sechste Mittheilung).

[58] Man wird mit dem hier angegebenen Verhalten des Hundes bei verbundenem linken Auge nicht ohne Interesse die Schilderung vergleichen, welche Goltz 1888 (Pflüger's Arch. Bd. 42. S. 421, 427—9) von einem Hunde giebt, an welchem eine Hemisphäre und das gleichseitige Auge entfernt waren.

[59] „Ich finde mit Loeb", sagt Goltz (Pflüger's Arch. Bd. 34. 1884. S. 488), „dass das Stück der rechten Netzhaut, dessen Bilder nach Zerstörung des linken Hinterhauptslappens noch sicher wahrgenommen werden, *viel grösser ist als Munk angiebt*". Auf diesen groben Widerspruch verfehle ich nicht aufmerksam zu machen; doch muss ich es dem Leser überlassen, aus dem nachfolgenden Materiale das Verständniss zu suchen, das ich selber nicht zu gewinnen vermag. Loeb giebt an, dass nach seinen Beobachtungen „die in Folge der Hemiamblyopie vernachlässigte Gesichtsfeldpartie auf dem gegenüberliegenden Auge ca. $^3/_4$ *des ganzen Gesichtsfeldes*, auf dem anderen Auge *nur* $^1/_4$ beträgt" (ebenda, S. 160), und sagt auf der folgenden Seite: „Auf dem gegenüberliegenden Auge functionirt ja noch die Stelle des deutli*chst*en Sehens *und* das laterale Viertel der Retina normal." Goltz fährt a. a. O. fort: „Loeb und ich nehmen an, dass dasselbe (sc. das ferner noch brauchbare Netzhautstück) mindestens noch einen Theil der Stelle des deutli*chst*en Sehens enthält" und sagt auf derselben Seite: „In Uebereinstimmung mit Loeb finde ich, dass diese Grenze (sc. des Gesichtsfeldes) einer Linie in der Netzhaut entspricht, die senkrecht durch die Stelle des deutli*ch*en Sehens hindurchgeht." Endlich heisst es bei Loeb (ebenda, Bd. 39. 1886. S. 277): (Diese Formulirung) „involvirt, dass die Stelle des deutli*ch*en Sehens nach einseitiger Läsion intakt bleibt, was ja auch der Fall ist". Die leicht zu bestätigenden Bestimmungen von Grossmann und Mayerhausen (s. u. Anm. 63) waren Loeb bekannt. Ueber das Sehvermögen auf dem der Verletzung gegenüberliegenden Auge vgl. Goltz' eigene Schilderung (s. o. Anm. 58).

[60] Vgl. o. Anm. 21.

[61] Für die Abbildungen ist hier angenommen, dass die Stelle des deutlichsten Sehens beim Hunde am horizontalen Meridiane der Netzhaut gelegen ist. Zu grösserer Annäherung an die Wirklichkeit liesse sich in Fig. 6 jene Stelle im oberen äusseren Quadranten der Netzhaut angeben, wie es in Fig. 2 der Abhandlung von Obregia (du Bois-Reymond's Arch. 1890. S. 270) geschehen ist.

[62] Dass von correspondirenden Punkten die Rede ist, besagt natürlich nicht, dass von jedem einzelnen Retinaelemente eine Opticusfaser zu einem einzelnen Rindenelemente verläuft; sondern es können an oder vor den Rindenelementen sowohl, wie auch an oder hinter den Retinaelementen netzförmige Anastomosen bestehen und die Opticusfasern nur die Verbindungen zwischen den Netzen herstellen. Für diese letztere Möglichkeit, wie sie ähnlich schon v. Helmholtz (du Bois-Reymond's Arch. 1881. S. 2) ins Auge gefasst hat, spricht sogar, dass die verschiedenen Abschnitte der Retina ungleichartig auf die Sehsphäre projicirt zu sein scheinen und jedenfalls die Retinastelle des directen Sehens einen verhältnissmässig sehr grossen Theil der Sehsphäre für sich in Anspruch nimmt (s. u. die sechste Mittheilung).

[63] v. Gräfe's Arch. f. Ophthalmol. Bd. 23. Abth. 3. 1877. S. 217.

[64] S. o. S. 26.

[65] S. o. S. 11.

[66] Mit diesen Worten, meint v. Gudden (v. Gräfe's Arch. f. Ophthalm. Bd. 25. Abth. 4. 1879. S. 245), sei ich „offenbar über das Ziel hinausgegangen“. Das ist allerdings von einem Gesichtspunkte aus, den man den anatomischen nennen kann, ganz richtig. Da die Versuche, wie ich auch sogleich weiter im Texte hinsichts der „Umsetzung“ der Fasern des gekreuzten Bündels es ausführe, über den Ort, wo die von jeder Retina zur gegenseitigen Sehsphäre ziehenden Fasern auf die andere Körperhälfte übertreten, nichts direct erschliessen lassen, so konnten sie die Ergebnisse der anatomischen Untersuchung der Faserkreuzung im Chiasma nur sichern oder, wenn man dies lieber will, bestätigen. Dagegen ist von einem anderen Gesichtspunkte, dem physiologischen, aus v. Gudden nicht im Rechte. Was der anatomischen Untersuchung des Chiasma von jeher Interesse und Bedeutung gab, war, dass sie die nächste Handhabe bot für die Beantwortung der Frage, ob bei den Thieren mit gemeinschaftlichem Gesichtsfelde jedes Auge mit einer oder mit beiden Hirnhälften, d. h. natürlich mit einem oder mit beiden dem Sehen dienenden Centraltheilen in Verbindung steht. Zugegeben nun, dass die partielle Kreuzung der Sehnervenfasern im Chiasma der höheren Säugethiere „mit voller Sicherheit nachgewiesen“ war, so war doch der Verlauf der Fasern im Gehirne bis zu den dem Sehen dienenden Centraltheilen hin noch unbekannt, und daher war auch die Verbindung jeder Retina mit beiden Centraltheilen noch nicht gesichert. Hat ja in der That neuerdings Charcot (Leçons sur la localisation dans les maladies du cerveau. Paris 1876. p. 121—7), gerade unter Zugrundelegung der partiellen Faserkreuzung im Chiasma, die Verbindung jeder Retina bloss mit der gegenseitigen Grosshirnhälfte auf grund pathologischer Erfahrungen behauptet und die Hypothese aufgestellt, dass die im Chiasma nicht gekreuzten Sehnervenfasern weiterhin jenseits der Corpora geniculata, etwa in den Vierhügeln, einer vollständigen Kreuzung unterliegen; und haben ja viele, unter ihnen Ferrier (Functions of the brain. London 1876. p. 168; Uebersetzung von Obersteiner, Braunschweig 1879. S. 183), dem Beifall gezollt. Demgemäss ist die beiderseitige Hemiopie des Affen als Folge der Exstirpation der Rinde eines Hinterhauptslappens der erste wirkliche Beweis für die Verbindung jeder Retina mit beiden Hemisphären oder genauer mit beiden dem Sehen dienenden Centraltheilen gewesen. Und demgemäss haben weiter erst die hier vorgelegten Ergebnisse entschieden, dass die Verbindung der Retinae mit den Centraltheilen, was den Faseraustausch der beiden Seiten betrifft, ihren richtigen und vollen Ausdruck findet in der partiellen Faserkreuzung, welche die Anatomie des Chiasma lehrt. Von meinem physiologischen Standpunkte aus muss ich also den der Kritik unterzogenen Satz des Textes aufrechterhalten und nur bitten, statt „im Chiasma der höheren Säugethiere“ „bei den höheren Säugethieren“ lesen zu wollen. Dadurch tritt klarer hervor, was ich habe sagen wollen, und vollends wird diese Auseinandersetzung keinen Zweifel darüber bestehen lassen.

[67] Es ist zur Zeit richtig aufgefasst worden, dass diese meine fünfte Mittheilung zugleich meine Antwort war auf die kurz vorher (am 10. Juni) erschienene dritte Mittheilung von Goltz „über die Verrichtungen des Grosshirns“ (Pflüger's Arch. Bd. 20. 1879. S. 1). Zur Sache liessen einerseits die von Goltz hinsichts der Localisation gemachten Zugeständnisse, andererseits der neue Erwerb, von welchem ich berichten konnte, deutlich und eindringlich genug erkennen, auf wessen — Goltz' oder meiner — Seite die Fragen richtig behandelt und naturgemässe Anschauungen der Dinge gewonnen waren. In den hässlichen Brei aber, welchen Goltz durch das kritiklose Zusammenrühren von Ferrier's, Luciani's, meinen u. a. Ergebnissen und dazu noch, was mich betrifft, durch ganz unrichtige Angaben[68] sich zurechtgemacht hatte, um behaglich nach seiner Art darin zu wühlen, in diesen Brei hineinzugreifen hätten bloss persönliche Interessen gebieten können;

und diese zu schützen, durfte ich einfach der objectiven Beurtheilung der Veröffentlichungen, welche von Goltz und von mir vorliegen, überlassen.

[68] Goltz hat in dieser Anmerkung dafür, dass er ganz unrichtige Angaben gemacht habe, die Begründung vermisst (Pflüger's Arch. Bd. 26. 1881. S. 46). Es wird genügen, wenn ich auf Anm. 25, Anm. 27 u. Anm. 38 oben verweise.

Den Standpunkt, welchen Goltz noch in jener dritten Mittheilung einnimmt, charakterisirt folgendes, das wir zu hören bekommen: „Nehmen wir an, einem Hunde sei auf der linken Seite die *ganze sogenannte motorische Zone* weggenommen worden, und das Thier sei von der auf diesen Eingriff folgenden Parese wiederhergestellt. Wollte man nach Carville und Duret die stellvertretende Hirnsubstanz in dem unverstümmelten Rest der Halbkugel suchen, so wird . . damit sofort das Prinzip der Lokalisation preisgegeben. Der *Rest* der verstümmelten Halbkugel ist ja bereits *dicht mit sensorischen Centren* besetzt. Soll das Augencentrum nun zugleich Knochen zermalmen oder das Ohrcentrum mit dem Schwanz wedeln? Wenn diese Frage mit Ja beantwortet wird, und *ich für meine Person thue dieses,* so ist damit *das Flourens'sche Prinzip im Wesentlichen anerkannt,* indem zugegeben wird, dass *derselbe Abschnitt grauer Substanz höchst verschiedenartige Vorgänge vermitteln kann*" (Pflüger's Arch. Bd. 20. 1879. S. 32—3).

Sechste Mittheilung.

(Gelesen in der Gesammtsitzung der Königl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin am 3. Juni 1880.)*

Seitdem der Versuch über die Seelenblindheit ein tieferes Verständniss der Functionen der Grosshirnrinde angebahnt hatte, war als ein besonders zu erstrebendes Ziel klar vorgezeichnet ein Versuch, der naturgemäss die feste Grundlage aller anderen Erfahrungen auf dem Gebiete abzugeben hatte, die totale Exstirpation der beiden Sehsphären. Doch nur schrittweise und ganz allmählich, wie meine Mittheilungen zeigen, habe ich mich dem Ziele zu nähern vermocht. Jetzt endlich bin ich imstande, von der Ausführung des Versuches am Hunde zu berichten.

Den enormen operativen Eingriff auf einmal vorzunehmen, wäre ein gar zu kühnes Wagniss gewesen, dessen Gelingen zudem keinen absehbaren Vortheil geboten hätte. Ich habe immer zuerst bloss die eine Sehsphäre total exstirpirt und dann 1—2 Monate später, wenn die Wunde schon lange vernarbt war, die gleiche Operation auf der anderen Seite folgen lassen. Auch so noch bietet der Versuch der Misslichkeiten genug.

Die technischen Schwierigkeiten zwar lassen sich durch Ausdauer überwinden. Der Hund, der die letzten Tage kein Wasser erhalten hat, wird durch Morphium und Aether[69] tief narkotisirt. Mit Trepan und Knochenzange entfernt man das Schädeldach in der ganzen Ausdehnung, in welcher die zu exstirpirende Sehsphäre an der Convexität der Grosshirnhemisphäre gelegen ist (AA_1A Fig. 1 u. 2 der Tafel); doch geht man bloss dicht an die Mittellinie heran, ohne dieselbe zu erreichen, so dass nach der zweiten Operation noch ein ganz schmaler Knochenstreif die Falx mit dem Sinus longitudinalis trägt. Bei jüngeren Hunden bluten die Knochenvenen stark und müssen durch Andrücken von kleinen Feuerschwammstücken verschlossen werden; bei alten Hunden ist die Blutung

---

* Monatsberichte der Berliner Akademie d. Wiss. 1880. S. 485 (ausgegeben am 21. Juni 1880).

selten von Belang. Nachdem dann die Dura gespalten und in Stücken zurückgeschlagen, wird durch Einschieben eines dünnen und breiten Scalpellstieles die mediale Fläche der Hemisphäre zugänglich gemacht, der Sulcus calloso-marginalis, soweit er die Sehsphäre begrenzt (*A* Fig. 3), 2—3^{mm} tief eingeschnitten, vom vorderen Ende dieses Schnittes aus und senkrecht zu ihm ein zweiter, ebenso tiefer Schnitt nach oben zur Convexität geführt und von der Convexität aus in der Richtung von vorn nach hinten die ganze mediale Partie der Sehsphäre scheibenförmig abgetragen. In gleicher Weise wird danach das hintere Ende der Hemisphäre, soweit es der Sehsphäre zugehört (*A* Fig. 4), umschnitten und von der Mitte nach der Seite hin abgeschnitten. Schliesslich trägt man mit flachen Messerzügen in derselben Richtung die Rindenpartie der Convexität ab, nachdem man sie noch vorn und unten durch Einschnitte von der Umgebung isolirt hat. Die anscheinend gefährliche Blutung aus den Hirngefässen kommt immer bald zum Stehen, und die Wunde kann nunmehr durch Nähte geschlossen werden. Es bedarf bei diesem Verfahren nur einer gewissen Uebung, um die Totalexstirpation der Sehsphäre ebenso sicher auszuführen, wie vergleichsweise den Bell'schen Versuch oder die Magendie'sche Trigeminus-Durchschneidung.

Aber was sich nicht beherrschen lässt, das sind die Nachblutungen und die Entzündung. Durch die ersteren, welche meist aus den Hirngefässen stammen, geht ein Theil der Versuchsthiere in den ersten Tagen nach der Operation zugrunde. Ein anderer Theil der Thiere erliegt in der zweiten Woche, nachdem bei scheinbar gutem Befinden plötzlich Krämpfe und bald darauf Coma eingetreten sind; die Section ergiebt, dass die Entzündung von einer beschränkten Stelle der Hirnwunde aus sich in die Tiefe verbreitet und durch eine rothe Erweichung zum Durchbruch in den Ventrikel geführt hat. Endlich entstehen noch weitere Verluste in der ersten Woche, indem eine Encephalomeningitis die Nachbarschaft der Hirnwunde befällt; sterben hier die Thiere auch nicht, so ist doch der Zweck ganz verfehlt, da die Rindenläsion eine unbeabsichtigte Ausdehnung gewonnen hat. Grosse Sauberkeit in der Ausführung der Operation und die mit der Uebung wachsende Geschicklichkeit mindern alle diese Verluste, insbesondere die letztgenannten, doch verhüten lassen sich dieselben nicht; und noch bei der letzten Serie von 30 Hunden haben mir nicht weniger als 19mal Blutung oder Entzündung meist nach der ersten, seltener nach der zweiten Operation den Versuch vereitelt.

Wo die unglücklichen Zufälle ausbleiben, überraschen die geringfügige Reaction und die schnelle Heilung, welche den so grossen und so groben Verletzungen folgen. Jedesmal etwa 24 Stunden nach der Operation, kaum dass er sich von der Narkose erholt hat, ist der Hund bei mässigem Fieber schon recht munter, 12—24 Stunden später frisst er mit gutem Appetite, nach weiteren 24—36 Stunden ist er ganz fieber-

frei und wohlauf. Die Wunde verheilt rasch, in der Regel bei mässiger Eiterung, und nach 2—3 Wochen ist sie vernarbt. Macht man derzeit oder später die Section, so findet man an der Operationsstelle die weichen Bedeckungen alle zu einer festen derben Masse verwachsen und auch verwachsen mit dem Gehirne, das in der ganzen Ausdehnung der Exstirpationsfläche eine gelb erweichte Grenzschicht von etwa 1 mm Dicke und darunter die normale Beschaffenheit zeigt; trotz den Wunden zu seinen Seiten ist der Sinus longitudinalis unversehrt und durchgängig geblieben.

Die gelungenen Versuche lohnen nun reich alle für ihren Erwerb aufgewandte Mühe. Denn von Stund' an, da die zweite Sehsphäre entfernt wurde, ist und bleibt der Hund auf beiden Augen vollkommen blind, hat er den Gesichtssinn ganz und für immer verloren, während er in allen übrigen Stücken nicht im mindesten vom unversehrten Hunde sich unterscheidet. Normal laufen alle vegetativen Functionen ab; normal sind Hören, Riechen, Schmecken, Fühlen; normal kommen alle Bewegungen zur Ausführung, die sogenannten willkürlichen ebenso wie die unwillkürlichen, wofern sie nur nicht gerade vom Sehen abhängig sind; normal functioniren die Augen, verengen und erweitern sich die Pupillen; normal ist auch die Intelligenz, soweit sie nicht den Gesichtssinn zur Grundlage hat: kurz, nichts ist abnorm, als das totale Fehlen des Gesichtssinnes.

In den ersten Wochen regen nur Hunger und Durst den Hund zu längerem Gehen an; sonst rührt er sich freiwillig nicht von der Stelle, und auch Lockung und Prügel setzen ihn bloss für kurze Zeit in Bewegung. Immer geht er sehr langsam und zögernd, indem er, den Kopf weit vorgestreckt, mit der Schnauze den Boden abfühlt und die Vorderbeine gleichsam vorsichtig tastend vorschiebt. An alle Hindernisse auf seinem Wege stösst er an. Häufig dreht er sich rechtsum und linksum im Bogen, ohne von der Stelle zu kommen; hat er auf den Zuruf die richtige Richtung eingeschlagen, so verliert er dieselbe bald; selbst in dem ihm vorher bestbekannten Raume fehlt ihm jede Orientirung. Zum Laufen, wie zum Springen ist er nie zu bewegen. Vor jeder Terrainschwierigkeit macht er halt oder kehrt er um. Nur gezwungen passirt er die Treppe, indem er Stufe für Stufe mit der Schnauze nachfühlt; hat er nicht die erste Stufe mit der Schnauze abgereicht, so lässt er sich eher jede Misshandlung gefallen, als dass er ein Bein setzt. Von der Mitte des Tisches aus vermeidet er, mit der Schnauze den Rand abtastend, sehr geschickt die Gefahr; war er aber von vorneherein so auf den Tisch gesetzt, dass ein laterales Fusspaar nahe dem Rande sich befand, so fällt er regelmässig herunter, sobald er sich in Gang setzt. Nur durch Riechen und Fühlen findet er seine Nahrungsmittel. Er sieht nichts, das man vor seinen Augen hält oder bewegt, wo auch das Bild auf den Retinae entsteht; und er blinzelt demgemäss auch nur auf Be-

rührung. Ob man das helle Zimmer plötzlich verfinstert oder das finstere Zimmer plötzlich erhellt, ob man das grellste Licht, natürlich unter Vermeidung der Erwärmung, plötzlich in seine Augen wirft und diese oder jene Partie seiner Retinae plötzlich mit Licht überfluthet, keine andere Fiber seines Körpers zuckt, als die Irismuskulatur, die in normaler Weise reagirt. Und nichts von alledem ändert sich an unserem Hunde, so lange er lebt und gesund bleibt, ausser dass, wie es von blinden Thieren altbekannt, die restirenden Sinne sich verfeinern und, soweit es angeht, eintreten für den verlorenen Gesichtssinn. Mit der Zeit stösst der Hund immer weniger heftig an die Hindernisse auf seinem Wege an, und schliesslich weicht er ihnen meist sogar gut aus, nachdem er sie bloss mit den Tasthaaren oder mit den weit nach vorn gestellten Ohrmuscheln berührt hat. Dann orientirt er sich auch mehr und mehr in den für ihn bestimmten Räumen, sein Gang wird weniger vorsichtig und langsam, er trägt den Kopf höher, er umgeht die ständigen Hindernisse ganz, er hält auf den Zuruf die richtige Richtung immer besser ein, er bewegt sich immer häufiger und andauernder von freien Stücken. Wer in diesen Räumen den Hund nach Monaten oberflächlich betrachtet, kommt nicht auf die Vermuthung, dass er ein ganz blindes Thier vor sich hat; aber nichts weiter ist nöthig, als den Hund auf ein ihm unbekanntes und einigermassen schwieriges Terrain zu versetzen, damit das alte, erstgezeichnete Bild sogleich in allen wesentlichen Zügen wiederkehrt. Alle besonderen Prüfungen des Gesichtssinnes liefern vom ersten bis zum letzten Tage unverändert dasselbe Ergebniss.

Die so werthvollen Thiere für eine lange Beobachtung gesund und in guter Verfassung zu erhalten, ist übrigens eine weitere Schwierigkeit unseres Versuches, da, wie ich schon einmal bei einer früheren Gelegenheit zu bemerken hatte[70], die verstümmelten Grosshirnhemisphären übermässig empfindlich sind. Schrecken und Angst, wie sie die Prüfungen manchmal mit sich bringen, Lungen- oder Darmerkrankungen, welche für den unversehrten Hund ohne weitere Bedeutung sind, schon einfache Indigestionen, wie sie im Verlaufe eines langen Zeitraumes gar nicht sich verhüten lassen, alles das führt hier leicht zu Gehirnaffectionen, Blutungen oder Entzündungen, auch wenn die letzte Wunde schon seit Monaten vernarbt ist. Die Blutungen haben regelmässig in den nächsten Tagen den Tod der Thiere zur Folge, die Entzündungen bloss hin und wieder, wenn sie in die Tiefe gehen oder eine sehr grosse Ausdehnung gewinnen. Meist breitet sich die von der Operationsstelle ausgegangene Encephalomeningitis nur mehr oder weniger weit über die Nachbarschaft dieser Stelle aus; und dann treten zu der Blindheit, entsprechend der Intensität und dem Umfange des pathologischen Processes, theils für eine Weile, theils für die Dauer Functionsstörungen im Bereiche der Fühlsphäre, und zwar ihrer Augen- und Extremitäten-Regionen hinzu, wie

auch Hörstörungen, welche freilich als einseitige nicht mit voller Sicherheit zu constatiren sind. Der sorgfältigen Pflege meines Wärters Bartel habe ich es zu verdanken, dass meine Hunde trotz allen Gefahren meist 2—3 Monate, einzelne sogar über 4 Monate nach der zweiten Operation gesund geblieben sind[71]. Da in so langer Zeit nicht die mindeste Veränderung hinsichts des Gesichtssinnes sich darbot, unterliegt es keinem Zweifel, dass die Blindheit unseres Versuches eine andauernde ist.

Natürlich schliesst selbst grosse Uebung es nicht aus, dass hin und wieder einmal die beabsichtigte Totalexstirpation der beiden Sehsphären doch nicht ganz zur Ausführung gelangt, indem ein kleines Stück der einen oder der anderen Sehsphäre dem Messer entgeht. Mir ist es im ganzen selten und immer nur in der Weise vorgekommen, dass der erhaltene Rest das mediale Ende der Sehsphäre war, also am Sulcus calloso-marginalis sich befand, wo die richtige Messerführung am schwierigsten ist. Aber die so missglückten Fälle sind durchaus nicht zu den verlorenen zu zählen; denn mit den abweichenden Erscheinungen, welche sie darbieten, sichern sie gerade sehr schön das sonstige Ergebniss. Nehmen wir an, die stehengebliebene kleine Partie gehöre der linken Sehsphäre an. Der Hund bewegt sich von vorneherein sichtlich freier; er trägt den Kopf höher und setzt die Vorderbeine weniger vorsichtig; er bevorzugt auffällig die Rechtsdrehung und führt nur auf besonderen Anlass eine Linksdrehung aus, die dann übrigens ebenso gut wie die Rechtsdrehung sich vollzieht; er stösst rechts viel seltener an Hindernisse an als links. Schon in der zweiten Woche geht er viel von freien Stücken, freilich langsam, und er umgeht dabei sehr gut alle Hindernisse auf seinem Wege; nur wenn er sich linksum dreht, stösst er ferner noch und bloss mit der linken Seite des Kopfes an. Auf den Zuruf oder wenn sonst ein auffälliges Geräusch in der Höhe entsteht, wendet er eigenartig den Kopf, indem er ihn in den Nacken wirft und zugleich so um die Längsaxe dreht, dass die mediale Partie der rechten Retina der Schallquelle zugekehrt wird. Bald passirt er auch ohne Zwang die Treppe, indem er nur Kopf und Vorderbeine vorsichtig vorstreckt; und wenn man ihn an den Rand des Tisches drängt, klammert er sich zwar lange krampfhaft an, springt aber endlich ungeschickt herunter. Bringt man irgendeinen Gegenstand, den Finger, den Stock u. dgl., vor die Augen und bewegt ihn in den verschiedensten Richtungen, so bleibt der Hund ganz theilnahmlos, bis das Bild auf die äusserste mediale Partie seiner rechten Retina fällt; nur dann, aber dann auch jedesmal wird er plötzlich aufmerksam, hebt den Kopf und sperrt die Augen auf, und er folgt auch einen Moment der Bewegung des Objectes mit Drehung der Augen und des Kopfes. Verbinden des linken Auges ändert an alledem nichts; ist dagegen das rechte Auge verbunden, so verhält sich unser Hund gerade so, wie der zuerst geschilderte ganz blinde Hund. In einem

besonders bemerkenswerthen Falle stellten sich für die grobe Beobachtung durch Monate hindurch bloss zwei Abweichungen heraus: der Hund drehte sich von vorneherein mit Vorliebe rechtsum und vollführte weiterhin auf Geräusche in der Höhe die eigenartige Wendung des Kopfes, welche ich vorhin beschrieb. Die genaue Prüfung lehrte, dass nur wenn ein grelles Licht plötzlich auf dem obersten Abschnitte der äussersten medialen Partie der rechten Retina sein Bild entwarf, der Hund aufmerksam wurde, übrigens der Bewegung des Lichtes weder mit den Augen noch mit dem Kopfe weiter folgte; weniger helle Objecte, ebenso vorgehalten und bewegt, liessen den Hund durchaus theilnahmlos. Was hier vom Gesichtssinne übriggeblieben, war offenbar ein Minimum. Und in unerwarteter Deutlichkeit zeigte die Section, dass vom vorderen medialen Ende der linken Sehsphäre ein ganz kleines Stück erhalten war; die Exstirpationsstelle reichte am Sulcus calloso-marginalis linkerseits etwas weniger weit nach vorn, als rechterseits.

So ist denn also, was ich früher aus den Folgen kleinerer Exstirpationen der Grosshirnrinde erschlossen hatte, nunmehr auch durch den entscheidenden Versuch unmittelbar und endgültig festgestellt: dass die Rindenabschnitte AA_1A (Fig. 1—4) der Grosshirnhemisphären und von allen nervösen Centraltheilen einzig und allein diese Rindenabschnitte, welche ich die Sehsphären genannt habe, es sind, die mit der Function des Sehens betraut sind. So sicher, können wir sagen, wie die durchsichtigen Theile der Augen Bilder von den äusseren Objecten auf den Retinae entstehen lassen und dadurch die specifischen Endelemente (Zapfen-Stäbchen), mit welchen die Opticusfasern in den Retinae ausgestattet sind, und so mittelbar die Opticusfasern selbst erregt werden, so sicher enden auf der anderen Seite diejenigen Opticusfasern, deren Erregung das Sehen zur Folge hat, in den Sehsphären AA_1A, und liegen ebendort und dort allein die centralen Elemente, welche Licht empfinden, in welchen die Gesichtswahrnehmung statthat. Sind die Sehsphären entfernt oder für die Dauer functionsunfähig geworden, so werden zwar durch die Lichtwellen des Aethers die Opticusfasern nach wie vor von ihren Endelementen aus in Erregung gesetzt, und diese Erregung führt auch noch reflectorisch von anderen, unterhalb der Grosshirnrinde gelegenen Centraltheilen aus Irisbewegungen herbei, aber Licht wird nicht mehr empfunden, Gesichtswahrnehmungen kommen nicht mehr zustande, volle Rindenblindheit auf beiden Augen besteht für alle Folge.

Und noch mehr wissen wir bereits[72]. Die mit den Opticusfasern verbundenen centralen Rindenelemente, in welchen die Gesichtswahrnehmung statthat, sind regelmässig und continuirlich angeordnet wie die specifischen Endelemente der Opticusfasern in den Retinae, derart dass benachbarten Rindenelementen immer benachbarte Retinaelemente entsprechen. Nur ist nicht die einzelne Retina zur einzelnen Sehsphäre in

Beziehung gesetzt. Vielmehr ist jede Retina mit ihrer äussersten lateralen Partie zugeordnet dem äussersten lateralen Stücke der gleichseitigen Sehsphäre. Der viel grössere übrige Theil jeder Retina aber gehört dem viel grösseren übrigen Theile der gegenseitigen Sehsphäre zu, und zwar so, dass man sich die Retina derart auf die Sehsphäre projicirt denken kann, dass der laterale Rand des Retinarestes dem lateralen Rande des Sehsphärenrestes, der innere Rand der Retina dem medialen Rande der Sehsphäre, der obere Rand der Retina dem vorderen Rande der Sehsphäre, endlich der untere Rand der Retina dem hinteren Rande der Sehsphäre entspricht. Wo die Verknüpfung der centralen Rindenelemente einer Sehsphäre mit den peripherischen Endelementen der gegenseitigen Retina ein Ende hat, tritt demgemäss, für das laterale Stück dieser Sehsphäre, das laterale Stück der gleichseitigen Retina an die Stelle des lateralen Stückes der gegenseitigen Retina. Ist ein Theil der Sehsphären entfernt oder für die Dauer functionsunfähig geworden, so ist damit zwar hinsichts der mittelbaren Erregung der Opticusfasern durch die Lichtwellen und hinsichts der reflectorischen Irisbewegungen nichts verändert, aber von den specifischen Endelementen des correspondirenden Theiles der Retinae aus kommt es nicht mehr zur Lichtempfindung, zur Gesichtswahrnehmung; für den Theil der Retinae, dessen Endelemente mit den centralen Rindenelementen des vernichteten Theiles der Sehsphären verknüpft waren, besteht Rindenblindheit für alle Folge.

Diese genaueren Beziehungen der Sehsphären zu den Retinae habe ich früher ermittelt, indem ich an verschiedenen Hunden verschiedene Abschnitte einer Sehsphäre oder eine ganze Sehsphäre exstirpirte. Jetzt habe ich sie, um alle Controlen zu erschöpfen, auch in der Weise festgestellt, dass ich nach der Totalexstirpation der einen Sehsphäre, wenn die Wunde schon lange vernarbt war, noch eine Partialexstirpation der zweiten Sehsphäre, von verschiedener Lage und Ausdehnung an den verschiedenen Hunden, ausführte. Man ist hier in vielen Fällen der Mühe überhoben, für die Prüfungen das eine Auge zu verbinden; sonst gestalten sich die Prüfungen und die Beobachtungen nicht anders, als ich sie nach dem ersteren Verfahren beschrieb. Mir ist das letztere Verfahren zugleich eine sehr gute Vorübung für die Totalexstirpation beider Sehsphären gewesen; und schon deshalb allein ist es werthvoll, weil es zur vollen Rindenblindheit des einen Auges führt, wenn nach der Totalexstirpation der gegenseitigen Sehsphäre das äusserste laterale Drittel von der an der Convexität gelegenen Partie der gleichseitigen Sehsphäre abgetragen wird. Hunde, welchen eine Sehsphäre ganz oder zum Theil exstirpirt war, ebenso Hunde, die auf einem Auge rindenblind waren, haben sich 7—9 Monate lang für die Beobachtung gesund erhalten lassen, und ich habe während dieser Zeit die durch den Eingriff gesetzte Rindenblindheit nicht im mindesten sich verändern sehen.

Ob Retinaabschnitte von gleicher Grösse auch gleich grossen Sehsphärenabschnitten zugeordnet sind oder nicht, darüber war unmittelbare Auskunft durch Versuche nicht zu gewinnen, weil die Grösse der geschädigten Partien an der Retina sowohl wie am Gehirne nur recht ungenau sich schätzen liess. Doch kann ich folgendes mit voller Sicherheit hinstellen. Wie es mir schon früher aufgefallen war[73], so hat es sich jetzt durch die zahlreichen weiteren Beobachtungen nur bestätigt, dass die äusserste laterale Retinapartie, welche der gleichseitigen Sehsphäre zugehört, an Hunden verschiedener Race verschieden gross und dort grösser ist, wo die Divergenz der Augen geringer ist, aber nie, auch in den günstigsten Fällen nicht, mehr als ein Viertel der Retina, immer auf dem horizontalen Meridiane gemessen, ausmacht. Diese Retinapartie wird regelmässig rindenblind, wenn man von der an der Convexität gelegenen Partie der Sehsphäre das äusserste laterale Drittel abträgt; es darf die mediale Grenze der Exstirpationsfläche mehrere Mm. entfernt bleiben von der Furche, welche den Gyrus supersylvius R. Owen ungefähr hälftet. Hinwiederum wird regelmässig Rindenblindheit der ganzen medialen Hälfte der Retina herbeigeführt, wenn man die mediale Partie der Sehsphäre soweit fortnimmt, dass die laterale Grenze der Exstirpationsfläche auf wenige Mm. der Furche nahekommt, welche den Gyrus medialis vom Gyrus supersylvius trennt. Misst man nun auf einem durch die Mitte der Sehsphäre — etwas hinter der Mitte der Partie A_1 Fig. 1 — gelegten Frontalschnitte die Länge der an Dicke überall ungefähr gleichen Rindenschicht mit Berücksichtigung der Furchen (von der Tiefe des Sulcus calloso-marginalis an), so ergiebt sich, dass die Rindenstrecke für das mediale Viertel der lateralen Hälfte der Retina einerseits ungefähr ebenso lang und höchstens wenig kürzer ist, als die Rindenstrecke für die ganze mediale Hälfte der Retina, andererseits um etwa die Hälfte länger ist, als die Rindenstrecke für das äusserste laterale Viertel der Retina. Und wenn man alle möglichen Fehler noch so gross setzt, so bleibt doch immer die Bevorzugung auffallend, welche hinsichts der zugehörigen Rindenstrecke das mediale Viertel der lateralen Hälfte der Retina vor der übrigen Retina zeigt. Das ist aber sehr bemerkenswerth, weil gerade dieses Retina-Viertel die Stelle des directen Sehens des Hundes enthält[74], die Stelle, auf welcher jedesmal das Bild des fixirten Objectes entsteht. Man wird danach wohl nicht fehlgehen, wenn man im allgemeinen für die verschiedenen Abschnitte der Retina eine ungleichartige Projection auf die Sehsphäre annimmt. Jedenfalls aber ist es ausgemacht, dass die Stelle des directen Sehens der Retina besonders gut in der Hirnrinde repräsentirt ist, einen verhältnissmässig sehr grossen Theil der Sehsphäre für sich in Anspruch nimmt; denn an eine etwaige Compensation der grösseren Länge des betreffenden Sehsphärenabschnittes durch geringere Breite ist nach der ganzen Lage der

Dinge und schon nach der Configuration der Sehsphäre selbstverständlich nicht zu denken.

Mit der umfassenden und allseitig gesicherten Einsicht, welche wir derart in die Sehsphären als den Ort der Gesichtswahrnehmung gewonnen haben, ist jedoch unsere Kenntniss der Sehsphären noch nicht abgeschlossen. Gerade der erste Versuch, mit welchem ich vor Jahren in das Gebiet eintrat, hat uns sogleich einen Einblick thun lassen in die höheren Functionen, welche den Sehsphären ferner noch zukommen. Völlig isolirt und weitab von allem bekannten, wie damals der Versuch über die Seelenblindheit dastand[75], hat er zuvörderst der Ausgangspunkt gewissermassen rückläufiger Untersuchungen werden müssen, welche den natürlichen und festen Boden für den Versuch zu schaffen hatten. Jetzt ist dieser Boden gewonnen, unmittelbar dem Vorbehandelten reiht sich nunmehr der Versuch an, und so kann der scheinbar lange vernachlässigte Gegenstand heute endlich die zureichende Behandlung finden.

Nach der ausführlichen Schilderung, welche ich früher gab[76], werde ich hier nur kurz an den Versuch zu erinnern brauchen. Ein Hund, dem die Grosshirnrinde der Stelle A_1 (Fig. 1 und 2) beiderseits exstirpirt ist, bietet, wenn nach einigen Tagen die entzündliche Reaction vorüber, eine eigenthümliche Störung im Gebiete des Gesichtssinnes dar. Er bewegt sich überall ganz frei und ungenirt, nie stösst er an, und selbst unter den schwierigsten Verhältnissen umgeht oder überwindet er jedes Hinderniss. Aber so gut er auch danach offenbar sieht, er kennt oder erkennt nichts, das er sieht, nicht die Fleischschüssel, nicht den Wassernapf, nicht den Genossen, nicht den Menschen, nicht die Peitsche, nicht das Feuer u. s. f. Neugierig glotzt er um sich, und wie prüfend von allen Seiten betrachtet er, was ihm in den Weg kommt, als wolle er es kennen lernen. Erst nach und nach erkennt er die Objecte wieder; von Untersuchung zu Untersuchung findet sich dieser oder jener Zug des Bildes, das der Hund zunächst darbot, verwischt, täglich sind mehr Absonderheiten fortgefallen. Zu allererst ist der Hund wieder mit der Fleischschüssel und dem Wassergefässe vertraut, dann erkennt er auch den Menschen und findet aus der Ferne den Wärter heraus, der ihn pflegt, weiter erweisen sich Tisch, Schemel, Hund, Kaninchen ihm bekannt, noch später kennt er Stock, Peitsche, Finger, Feuer wieder, u. s. w. Die Neugier und die Unruhe des Hundes haben mittlerweile entsprechend abgenommen. Endlich, wenn 3—5 Wochen seit der Operation verflossen sind, erscheint der Hund restituirt, die eigenthümliche Störung im Gebiete des Gesichtssinnes — die Seelenblindheit, wie ich sie nannte — ist beseitigt.

Indem ich so den Versuch zuerst beschrieb, waren die Sehstörungen nur unvollkommen erkannt. Wir haben seitdem erfahren[77], dass die beiderseitige Exstirpation der Stelle A_1 andauernde partielle Rinden-

blindheit mit sich bringt, und zwar an beiden Retinae für die Stelle des directen Sehens und deren Umgebung. Diese Schädigung ist auch jedesmal an unserem Hunde nachweisbar. Hat man dem von der Seelenblindheit restituirten Hunde ein Auge verbunden, und nähert man, während der Hund das andere Auge ruhig hält, diesem Auge von vorn und etwas von der Nasenseite her Objecte, Fleisch oder Feuer, so, dass ihr Bild ungefähr auf der Mitte der Retina oder besser etwas nach aussen von der Mitte entsteht, so sieht der Hund die Objecte nicht, er bleibt durchaus theilnahmlos; dagegen schnappt er sofort nach dem Fleische oder zuckt vor dem Feuer zurück, sobald man die Objecte etwas nach der einen oder der anderen Seite verschiebt. Auch schon in den ersten Wochen, wenn der Hund die Objecte noch gar nicht wieder kennt, gelingt die Prüfung, sobald nur die Unruhe des Hundes sich genügend gemässigt hat: nachdem man dem hungerigen Hunde einige Fleischstücke gereicht hat, hält der Hund alles, was man ihm nähert, für Fleisch und schnappt danach; und er schnappt nur dann nicht zu, wenn das Bild des genäherten Objectes auf der Mitte der Retina oder etwas nach aussen von der Mitte sich erhält. Ganz im groben thut sich die Schädigung kund in dem stieren und blöden Blick, welchen der Hund zeitlebens nach der Operation behält. So eigenartig ist dieser Blick, der nach keinem anderen Eingriffe als der beiderseitigen Exstirpation der Stelle A_1 sich findet, dass er mir von vorneherein nicht entging; aber ich verstand ihn anfangs nicht und mass ihm keine Bedeutung bei. Worauf der Blick beruht, lehrt einfach der Vergleich mit dem unversehrten Hunde. Ganz anders als dieser bewegt unser Hund seine Augen, viel seltener und viel unregelmässiger. So gespannt er auch offenbar das Fleischstück vor seiner Nase betrachtet, die Augen sind abnorm divergent, und die Divergenz nimmt nicht in normaler Weise ab, wenn das Fleischstück der Nase genähert, nicht in normaler Weise zu, wenn das Fleischstück von der Nase entfernt wird; ebensowenig erfolgt die Seitenwendung der Augen normal, wenn man das Fleischstück nach rechts oder nach links bewegt. Mit einem Worte, unser Hund fixirt nicht mehr; er stellt die Augen nicht mehr so ein, dass das betrachtete Object an den Stellen des directen Sehens auf seinen Retinae sich abbildet.[78]

Indess mit dieser Verbesserung unserer Einsicht ist doch das Wesentliche an unserem Versuche nicht verändert. So sehr tritt die partielle Rindenblindheit gegen die anderen Störungen zurück, dass sie anfangs sogar ganz sich hat übersehen lassen, und dass es erst langer und mühsamer Untersuchungen bedurft hat, um sie aufzudecken. In die Augen springt, und das bleibt der Kern des Versuches, dass der Hund die äusseren Objecte, obwohl er sie sieht, nicht mehr wie früher kennt und erst nach und nach wieder erkennt. Danach sind offenbar noch

andere und höhere Functionen der Grosshirnrinde, als die Gesichtswahrnehmung, von Störungen betroffen, danach hat unser Eingriff auch im Gebiete der Gesichtsvorstellungen eine Schädigung herbeigeführt.

Die Gesichtsvorstellungen, aus Gesichtswahrnehmungen hervorgegangen, sind entweder Anschauungsbilder oder Erinnerungsbilder dieser Wahrnehmungen. Die Erregung der Opticusfasern, welche dem Sehen dienen, braucht in ihren Folgen nicht auf die Erregung der centralen Elemente, welche mit der Gesichtswahrnehmung betraut sind, sich zu beschränken, sondern kann auch noch mittelbar durch diese Erregung andersgeartete centrale Elemente in Erregung versetzen und damit Gesichtsvorstellungen veranlassen. Die letzteren centralen Elemente, welche Vorstellungselemente heissen mögen, sind aber vor den wahrnehmenden Elementen dadurch ausgezeichnet, dass, während diese sehr rasch nach der Erregung wieder in dem vollen alten Ruhezustande sich befinden, an den Vorstellungselementen infolge der Erregung wesentliche Veränderungen zurückbleiben, welche nur äusserst langsam sich abgleichen. Wenn nun durch die Erregung von Opticusfasern, unter Vermittelung der zugehörigen wahrnehmenden Elemente, gewisse Vorstellungselemente zum ersten Male in Erregung gesetzt sind, so ist damit das blosse Anschauungsbild der Gesichtswahrnehmung gegeben, und die Gesichtswahrnehmung erscheint neu und unbekannt. Hört die Erregung der Opticusfasern auf, so hat auch die Erregung der centralen Elemente ein Ende, und das Anschauungsbild ist fortgefallen; aber mit den bleibenden Veränderungen, welche die Vorstellungselemente erfahren haben, ist latent (potentia) das Erinnerungsbild der Gesichtswahrnehmung erhalten, und dieses Bild entsteht (actu) fortan jedesmal, dass dieselben Vorstellungselemente, gleichviel aus welchem Anlasse, wieder in Erregung gerathen. Wird diese Erregung nunmehr durch eine neue Erregung der Opticusfasern herbeigeführt, so ist zugleich mit dem Erinnerungsbilde wieder das Anschauungsbild der Gesichtswahrnehmung da; und indem Anschauungs- und Erinnerungsbild zusammenfallen, erscheint jetzt die Gesichtswahrnehmung bekannt. So nur und nicht anders lassen die Dinge, um die es sich hier handelt, physiologisch sich erfassen; und die eigenthümliche Störung, welche unser Hund im Gebiete des Gesichtssinnes zeigt, lässt sich demgemäss dahin präcisiren, dass infolge der Verstümmelung nicht mehr, wie früher, zugleich Anschauungs- und Erinnerungsbilder der Gesichtswahrnehmungen entstehen und erst nach und nach für die verschiedenen Gesichtswahrnehmungen das Zusammenfallen von beiderlei Bildern sich wieder einstellt.

Nichts liegt nun näher, als das Wesen der Störung in der vorübergehenden Functionsunfähigkeit zu vermuthen von Rindentheilen, welche Gesichtsvorstellungen dienen, sei es von Vorstellungselementen selbst, sei es auch nur von Leitungen, welche die wahrnehmenden Elemente mit

den Vorstellungselementen oder die Vorstellungselemente unter sich verbinden. Hat doch, wer viel an der Grosshirnrinde experimentirt, häufig genug Gelegenheit zu sehen, wie Rindentheile ausser Function treten und mit der Zeit ihre Function wieder aufnehmen. Nach jeder Exstirpation kommt es infolge des mechanischen Angriffes und der reactiven Entzündung für die Umgebung der Exstirpationsstelle zur Beobachtung, und noch schöner ist es zu verfolgen, wo nach völliger Heilung der Wunde eine Entzündung von der Operationsstelle aus sich verbreitet und darauf in umgekehrter Richtung sich zurückbildet. Ja, unter diesen Umständen scheint sogar gelegentlich unsere Störung selbst sich wieder zu finden, wenn in der Umgebung der Stelle A_1 Exstirpationen vorgenommen sind; denn manchmal tritt dann Seelenblindheit auf und verschwindet wieder in wenigen Tagen. Dass in unserem Falle sehr viel langsamer die Restitution erfolgt, könnte man bloss dem zuschreiben wollen, dass die mechanische Verletzung, bezw. die Entzündung bei der Exstirpation der Stelle A_1 aus unbekanntem Grunde besonders heftig ist.

Aber so nahe auch die Vermuthung liegt, sie erweist sich als gründlich falsch. Ueberall wo eine Erkrankung von Rindensubstanz, gleichviel wodurch herbeigeführt, den Ausfall von Rindenfunctionen mit sich bringt und mit der Heilung die Functionen wiederkehren, wird, wann die Functionen wiedererscheinen, und wie, d. h. in welcher Reihenfolge und in welcher Vollständigkeit sie sich wieder einstellen, einzig und allein durch den Heilungsvorgang bestimmt, und der Experimentator vermag nicht den mindesten Einfluss darauf zu gewinnen. So entspricht es der Natur der Dinge, und so lässt es sich hundertfach constatiren; so zeigt es sich insbesondere auch jedesmal da, wo nach einer Exstirpation in der Umgebung von A_1 die Seelenblindheit auftritt und in wenigen Tagen wieder sich verliert. Ganz anderes stellt sich in unserem Falle heraus. Hat man unserem Hunde am 2. oder 3. Tage nach der Operation den Kopf in den Eimer gedrückt, bis das Wasser die Schnauze berührte, und den Futternapf vor die Nase gebracht, dass er das Fleisch roch und frass, so findet der Hund schon am 3., bezw. 4. Tage Eimer und Wassernapf auf; thut man das gleiche erst am 4. oder 5. Tage, so erkennt der Hund Eimer und Futternapf erst am 5., bezw. 6. Tage wieder. Hat man den Hund noch in der 1. Woche die Treppe hinabgeschleift, vor welcher er stutzte, so passirt er dieselbe fortan von freien Stücken, das erste Mal etwas ängstlich, dann ohne Zögern; war der Hund aber geflissentlich von der Treppe ferngehalten, so macht sich alles ebenso erst in der 3. oder 4. Woche nach der Operation. Fährt man im Verlaufe der 1. Woche mehrmals mit dem Finger an oder in die Augen des Hundes, so tritt von der Zeit an regelmässig Blinzeln auf Näherung des Fingers ein; sonst kommt dieses Blinzeln ohne alles Zuthun erst in der 2. oder 3. Woche zur Beobachtung. Drückt man in

der 2. Woche ein brennendes Streichholz, nachdem man es vor den Augen gehalten, an die Nase des Hundes, so dass es ihn schmerzt, so weicht der Hund fernerhin stets mit dem Kopfe zurück, sobald er wieder das Feuer sieht; brennt man ihn ebenso erst in der 5. Woche, so hat ihn bis dahin das Feuer nicht genirt, und er kennt es erst jetzt. Bewegt man in der 2. Woche die Peitsche, die noch gar keinen Eindruck macht, einigemal vor den Augen des Hundes und ertheilt ihm einen Schlag, so scheut der Hund in der Folge, so oft man die Peitsche bewegt, und kriecht nach einigen Tagen in die Ecke, sobald er nur die Peitsche in der Hand sieht; hat man dagegen den Hund so lange mit der Peitsche verschont, so macht man dieselben Beobachtungen erst in der 4. oder 5. Woche. Und der Art sind der Erfahrungen mehr. Ja, die volle Restitution von der Seelenblindheit kommt auch überhaupt bloss dann in 3—5 Wochen zustande, wenn nichts, das der Prüfung unterliegt, dem Hunde vorenthalten blieb; anderenfalls gewisse Objecte, wie z. B. gerade Peitsche und Feuer, nach Monaten noch ihm ebenso unbekannt sind, wie in den ersten Tagen nach der Operation. Hier zeigt es sich also vielfach in die Hand des Experimentators gelegt[79], ob und wie bald der Hund die Objecte wieder kennt, und das schliesst unbedingt die Möglichkeit aus, dass ausser Function gesetzte Rindentheile mit der Zeit ihre Function wieder aufnehmen. Danach kann es nicht anders sein, als dass diejenigen Vorstellungselemente, in welchen die Erinnerungsbilder der früheren Gesichtswahrnehmungen latent erhalten waren, durch die Operation dem Hunde ganz verloren gegangen oder wenigstens für immer nutzlos geworden sind. Indem eben nur diese Vorstellungselemente und nicht im mindesten alle centralen Elemente, deren Erregung Gesichtsvorstellungen veranlasst, fortgefallen sind, kann unser Hund von Anfang an, da er nach der Operation der Beobachtung unterliegt, durch seine Gesichtswahrnehmungen zu Gesichtsvorstellungen kommen, können seine Wahrnehmungen zu Anschauungs- und Erinnerungsbildern führen so wie früher, nur dass es andere, bis dahin unbenutzte Vorstellungselemente sind, welche jetzt die Erinnerungsbilder geben. Darum erscheinen dem Hunde die Objecte zunächst unbekannt, und sie werden ihm erst nach und nach wieder bekannt in dem Umfange und in der Reihenfolge, wie er neue Erinnerungsbilder von ihnen gewinnt.

Wenn diese Erkenntniss nicht noch zwingender bei dem Versuche sich aufdrängt, wenn eine gewisse Gleichförmigkeit im Verlaufe der Restitution, so oft man auch den Versuch wiederholt, den Gedanken an eine vorübergehende Functionsunfähigkeit von Rindentheilen überhaupt aufkommen lässt, so liegt es nur an der Eigenart der Störung, welche die Operation mit sich bringt. Plötzlich wie durch einen Zauber ganz unbekannt geworden mit allem, was er sieht, ist unser Hund für seine Existenz und seine Erhaltung auf den baldigen Erwerb neuer Kenntnisse

angewiesen und lernt gerade so, wie er sie beachtet, die ihm wichtigeren Objecte eher wieder kennen als die weniger wichtigen, die grösseren Objecte eher als die kleineren, die bewegten eher als die ruhenden. Indem dies aber bei jedem Versuche wiederkehrt, ist wegen der gleichen und beschränkten Verhältnisse, unter welchen die Thiere leben, für zufällige und dabei gut bemerkbare Variationen der Restitution nur sehr wenig Spielraum vorhanden; und die individuellen Verschiedenheiten scheinen im wesentlichen darauf sich zu beschränken, dass der Gesammtverlauf der Restitution das eine Mal ein etwas rascherer, das andere Mal ein etwas langsamerer ist. Auch der Experimentator vermag da nur in Einzelheiten ändernd einzugreifen, wie ich es oben schilderte: einige unwichtige Objecte allerdings kann er dem Hunde ganz vorenthalten, von den übrigen Objecten aber kann er bloss die Kenntnissnahme etwas verzögern. Gelänge es, die eigenthümliche Störung im Gebiete des Gesichtssinnes unter Bedingungen zu beobachten, unter welchen dieselbe weniger bedeutungsvoll für die Existenz des Hundes wäre, es stände zu erwarten, dass das Wesen der Störung alsdann viel schärfer hervorträte. Und so ergiebt es sich in der That, wenn die Grosshirnrinde der Stelle A_1 bloss an einer Hemisphäre exstirpirt ist.

Versuche dieser Art bieten schon das Interesse dar, dass sie der Analyse der doppelseitigen Exstirpationsversuche dienen, und ich habe es deshalb sogleich beim Beginne meiner Untersuchungen nicht verabsäumt, dieselben auszuführen. „Hat man die Stelle A_1 nur an einer Hemisphäre exstirpirt, so gilt alles, was ich oben für das Sehen im allgemeinen schilderte, bloss für das Sehen mit dem Auge der der Verletzung entgegengesetzten Seite. Nach der rechtsseitigen Exstirpation z. B. erkennt der Hund alles in der alten Weise weiter mit dem rechten Auge, wenn man ihm das linke verbunden hat, während er bei verbundenem rechten Auge wohl sieht, aber zunächst nichts erkennt und erst mit der Zeit alles wieder kennen lernt.“ So führte ich damals das Ergebniss an[80], und so habe ich es heute nur zu wiederholen. Aber wenn ich weiter hinzufügte: „Nur die Restitution habe ich bei einseitiger Exstirpation rascher sich vollziehen sehen als bei beiderseitiger Exstirpation, was durch die Hülfe, welche das wohlerhaltene Sehen mit dem einen Auge für die Kenntnissnahme von den Objecten gewähren muss, leicht verständlich ist“, so bin ich dabei in einen doppelten Irrthum verfallen, einmal indem ich die raschere Restitution nach der einseitigen Exstirpation für allgemeingültig hielt, zweitens indem ich sie als derart verständlich ausgab. Dass ich im heikelsten Gebiete, mittenhinein vor Räthsel über Räthsel gestellt, einmal irrte, wer würde es mir verargen wollen? Erst recht aber wird man es mir nicht verübeln, da mein Irrthum gerade dem naturgemässen Gange der Untersuchung entsprang. Damals kam es vor allem darauf an, wie von der beiderseitigen, so

von der einseitigen Seelenblindheit die volle Restitution zu constatiren; ich untersuchte und prüfte deshalb sehr viel das eine Auge, und ich setzte damit unbewusst die Bedingungen, unter welchen die Restitution allerdings so rasch erfolgt, wie ich es angab. Aber ein anderes Verfahren liefert ein ganz anderes Ergebniss.

Man exstirpire einem Hunde die Stelle A_1 der einen, sagen wir der linken Hemisphäre, man überwache die Heilung und Vernarbung der Wunde, man halte aber den Hund stets in seinem Käfig; oder auch man lasse den Hund frei in den Laboratoriumsräumen sich bewegen, man lasse ihn im Garten sich tummeln mit den anderen Hunden, man beschäftige sich selbst mit ihm, nur stelle man keine Prüfungen seines Gesichtssinnes an. 3, 4, 6, 8 Wochen oder noch später nach der Operation prüfe man den Hund bei verbundenem linken Auge: man wird finden, dass er mit dem rechten Auge alles sieht, aber nichts oder so gut wie nichts mit diesem Auge erkennt. Allenfalls kennt er Mensch und Hund, doch findet er aus der Ferne weder den Wärter noch den Spielgenossen heraus, allenfalls blinzelt er auf Näherung des Fingers, höchst selten — mir ist es nur ein einziges Mal begegnet — scheut er vor dem Feuer; sonst zeigt er dasselbe Verhalten, wie es ein derart operirter Hund immer in den ersten Tagen nach der Operation darbietet. Steckt man bei dieser Prüfung dem Hunde nicht den Kopf in den Eimer, bis das Wasser die Schnauze benetzt, nähert man ihm nicht den Futternapf, dass er das Fleisch riecht, lässt man ihn nicht den Stock fühlen, brennt man ihn nicht mit dem Feuer u. s. w., nimmt man auch sogleich nach der Prüfung den Verband wieder ab, so kann man die gleichen Erfahrungen während einer Reihe von Tagen hintereinander machen. Endlich halte man täglich längere Zeit dem Hunde das linke Auge verbunden, man füttere und tränke ihn dabei, man schlage, man brenne ihn u. s. f.: nunmehr vollzieht sich die Restitution von der 4., 5., 7., 9. Woche oder einer noch späteren Zeit an gerade so, wie sonst schon in den ersten Wochen nach der Operation. Und will man es anders, so setze man bloss einzelne Objecte der Kenntnissnahme von seiten des Hundes aus, während dieser das rechte Auge allein offen hat: nur diese Objecte wird er in der Folge kennen, die anderen werden ihm so unbekannt sein wie zuvor.

Mit der beiderseitigen Exstirpation der Stelle A_1 ist also für den Hund der definitive Ausfall aller der Vorstellungselemente verbunden, in welchen die Erinnerungsbilder seiner früheren Gesichtswahrnehmungen latent erhalten waren; und die einseitige Exstirpation der Stelle A_1 bringt den Ausfall dieser Vorstellungselemente bloss für das Sehen mit dem gegenseitigen Auge mit sich. Ob es sich dabei um einen wirklichen Verlust von Vorstellungselementen handelt oder nur darum, dass die Vorstellungselemente dem Hunde für die Folge nutzlos sind, ist da-

mit noch nicht ausgemacht. Die bezüglichen Vorstellungselemente könnten in den Stellen A_1, und zwar gesondert und gleichmässig in jeder dieser beiden Stellen gelegen sein und durch unseren Eingriff entfernt werden; oder sie könnten irgendwo in der Rinde ausserhalb der Stellen A_1 sich befinden, sei es einfach vorhanden für beide Hemisphären, sei es wiederum gleichmässig in jeder Hemisphäre für sich, und die Exstirpation der Stelle A_1 brauchte nur jedesmal alle Leitungen zu unterbrechen, welche von den der gegenseitigen Retina zugeordneten wahrnehmenden Elementen zu den Vorstellungselementen führen. Aber zwischen diesen Möglichkeiten sind wir sogleich zu entscheiden imstande. Denn es giebt in der Grosshirnrinde keine andere Partie ausser der Stelle A_1, deren ein- oder beiderseitige Zerstörung unsere Seelenblindheit zur Folge hätte. Selbst dann blieb diese aus, als ich die ganze einer Retina zugehörige Rinde mit alleiniger Schonung der Stelle A_1 entfernte, indem ich zuerst von der einen Sehsphäre das äusserste Drittel der an der Convexität gelegenen Partie und dann von der anderen Sehsphäre die ganze mediale Partie bis zum medialen Rande der Stelle A_1 und dazu noch die beiden Streifen vor und hinter A_1 exstirpirte*. Es unterliegt demnach keinem Zweifel, dass die Vorstellungselemente, in welchen die Erinnerungsbilder der früheren Gesichtswahrnehmungen latent erhalten sind, in den Stellen A_1, und zwar gesondert und gleichmässig in jeder dieser beiden Stellen ihren Sitz haben, so dass sie mit der Exstirpation dieser Stellen ganz verloren gehen.

Und dass dem so ist, dass diese Vorstellungselemente gerade in derjenigen Partie der Sehsphäre enthalten sind, welche der Retinastelle des directen Sehens und deren Umgebung zugeordnet ist, dafür bietet sich auch ein tieferes Verständniss dar. Es will dazu nur beachtet sein, was wir schon bei der Schilderung der Versuchsthiere mehrfach anzudeuten hatten, sonst aber bisher vernachlässigen konnten, dass das Entstehen der Vorstellungen aus den Wahrnehmungen überall noch an eine besondere, physiologisch ihrem Wesen nach unbekannte Bedingung geknüpft ist, die Aufmerksamkeit. Nicht alle Gesichtswahrnehmungen liefern Anschauungsbilder und lassen durch die bleibenden Veränderungen, welche sie an den Vorstellungselementen setzen, Erinnerungsbilder latent fortbestehen, sondern solche Wirkung entfalten bloss diejenigen Gesichtswahrnehmungen, auf welche die Aufmerksamkeit gerichtet ist. Das sind aber in der Norm immer Gesichtswahrnehmungen, welche

* Der Versuch gelingt nur, wenn man das äusserste Drittel der an der Convexität gelegenen Partie der zweiten Sehsphäre höchst schonend behandelt und wo möglich gar nicht entblösst; sonst stirbt die Stelle A_1, wahrscheinlich infolge unzureichender Ernährung, regelmässig ab. Viel besser sind die Chancen, wenn das Abschneiden der Streifen vor und hinter A_1 unterbleibt, wodurch der Werth des Versuches allerdings, doch nur wenig verringert wird.

mittels der Stelle des directen Sehens zustandekommen; denn diese Stelle der Retina wird ja regelmässig auf die Objecte eingestellt, welche beachtet und betrachtet werden. Es ist daher nichts natürlicher, als dass die Vorstellungselemente der Stelle A_1 gemäss den engeren Beziehungen, in welchen sie zu den wahrnehmenden Elementen derselben Stelle stehen, vor den übrigen Vorstellungselementen der Sehsphäre so ausgezeichnet sind, wie wir es fanden.

Die Richtigkeit dieses Verständnisses finden wir in sehr bemerkenswerther Weise verbürgt, wenn wir nochmals den Hund betrachten, an welchem die Stelle A_1 auf der einen Seite exstirpirt ist. Er erkennt mit dem gegenseitigen Auge nichts, und doch ist das äusserste Viertel der Retina dieses Auges gar nicht mit der verletzten Sehsphäre in Verbindung, sondern mit der unverletzten, welche im ungestörten Besitze aller ihrer Vorstellungselemente sich befindet. Das beweist, dass die Vorstellungselemente der Stelle A_1 zu den verschiedenen wahrnehmenden Elementen, welche derselben Retina zugehören, in verschiedener Beziehung und sogar zu vielen peripherischen unter diesen Elementen so gut wie in gar keiner Beziehung sind. Es ist dadurch noch mehr, als durch die örtlichen oder anatomischen Verhältnisse allein, gesichert, was ich vorhin heranzog, dass die Vorstellungselemente der Stelle A_1 in besonders enger Beziehung zu den wahrnehmenden Elementen derselben Stelle stehen. Wichtiger aber noch ist und von umfassenderer Bedeutung, dass unser Hund, auch wenn wir ihn monatelang frei umherlaufen lassen, die verlorenen Erinnerungsbilder der einen Seite doch nicht wiedergewinnt. So schwierig hier das Räthsel zuerst erscheint, so einfach ergiebt sich schliesslich seine Lösung. Der Hund, der nie Unruhe oder Neugier verräth, der von einem stieren oder blöden Blick keine Spur, sondern immer den Blick des unversehrten Hundes zeigt, fixirt, wie die genaue Untersuchung lehrt, nach der Operation die Objecte gerade so wie vorher; demgemäss erkennt er alles mit dem gleichseitigen Auge, im gegenseitigen Auge aber fallen die Bilder der Objecte, welche er betrachtet, immer auf die Retinastelle des directen Sehens, welche rindenblind ist, und es kann deshalb hier nicht zu Wahrnehmungen und Vorstellungen, also auch nicht zu neuen Erinnerungsbildern kommen.

Nur unter dem Zwange, wenn der Hund nichts erkennt, das er sieht, wenn nach der einseitigen Exstirpation der Stelle A_1 das gleichseitige Auge verbunden oder wenn die Stelle A_1 beiderseits exstirpirt ist, wendet sich die Aufmerksamkeit den Gesichtswahrnehmungen zu, welche mittels anderer Stellen der Retina, als der des directen Sehens, zustandekommen; und entsprechend werden dann Vorstellungselemente, welche ausserhalb der Stelle A_1 in der Sehsphäre gelegen sind, erregt und treten bleibende Veränderungen an ihnen ein, so dass der Hund neue Erinnerungsbilder gewinnt. So verliert sich allmählich die Seelen-

blindheit, auch wenn noch wesentlich mehr von der Sehsphäre als die Stelle A_1 abhandengekommen ist. Ich habe noch die volle Restitution in 6—8 Wochen eintreten sehen, wo die Retina bis etwa auf das äusserste laterale oder mediale Viertel rindenblind war; und erst wenn die Rindenblindheit der Retina noch ausgedehnter war, kam es bloss zu einer unvollkommenen Restitution, erschienen selbst nach Monaten nur einzelne Objecte dem Hunde bekannt, oder war überhaupt keine Restitution von der Seelenblindheit mehr nachzuweisen.

So können wir nun, alles zusammenfassend, den obigen Ermittelungen über die Gesichtswahrnehmung folgendes über die Gesichtsvorstellungen hinzufügen: Ausser den centralen Elementen, welche Licht empfinden, in welchen die Gesichtswahrnehmung statthat, sind in den Sehsphären AA_1A und dort allein noch andersgeartete centrale Elemente gelegen, deren Erregung die Gesichtsvorstellungen giebt; über die ganze Ausdehnung jeder Sehsphäre sind sie verbreitet und überall mit den wahrnehmenden Elementen derselben in leitender Verbindung. Werden solche Vorstellungselemente von wahrnehmenden Elementen aus in Erregung versetzt, so liefern sie das Anschauungsbild der Gesichtswahrnehmung; hat die Erregung aufgehört, so ist mit den bleibenden, nur äusserst langsam sich abgleichenden Veränderungen, welche die Erregung an ihnen herbeigeführt hat, das Erinnerungsbild der Gesichtswahrnehmung latent in ihnen erhalten, und dieses Bild entsteht in der Folge jedesmal, dass eine neue Erregung derselben Vorstellungselemente, gleichviel wodurch, veranlasst ist. Aber nicht immer hat die Erregung von wahrnehmenden Elementen die Erregung von Vorstellungselementen zur Folge; vielmehr muss dafür noch eine besondere, physiologisch ihrem Wesen nach unbekannte Bedingung erfüllt sein, es muss die Aufmerksamkeit auf die Gesichtswahrnehmung gerichtet sein. Das bringt es mit sich, dass unter allen Vorstellungselementen der Sehsphäre denjenigen, welche in der Stelle A_1 gelegen und mit den wahrnehmenden Elementen dieser Stelle in engerer Verbindung sind, eine hervorragende Bedeutung zukommt. Da der Hund die Objecte, welche er betrachtet, fixirt, seine Aufmerksamkeit also in der Norm immer den Gesichtswahrnehmungen zugewandt ist, welche mittels der Retinastelle des directen Sehens zustandekommen, so sind es immer die Vorstellungselemente der Stelle A_1, welche die Anschauungsbilder der Gesichtswahrnehmungen liefern; und in den Vorstellungselementen der Stelle A_1 finden sich demgemäss auch die Erinnerungsbilder der früheren Gesichtswahrnehmungen erhalten, gleichmässig und gesondert in jeder Hemisphäre für sich, wie sie jederseits aus dem Sehen mit dem gegenseitigen Auge hervorgegangen sind. Wird die Stelle A_1 beiderseits entfernt, so ist der Hund nicht nur auf beiden Retinae rindenblind für die Stelle des directen Sehens und deren Umgebung, sondern infolge des Fehlens aller Erinnerungsbilder seiner

früheren Gesichtswahrnehmungen kennt oder erkennt er auch nichts, das er sieht, er ist völlig seelenblind. In der Noth richtet sich jetzt die Aufmerksamkeit des Hundes auf die Gesichtswahrnehmungen, welche mittels anderer Stellen der Retinae zustandekommen, der Hund fixirt nicht mehr, und bis dahin unbenutzte, ausserhalb der Stellen A_1 gelegene Vorstellungselemente liefern Anschauungsbilder von den neuen Gesichtswahrnehmungen und lassen Erinnerungsbilder von ihnen fortbestehen: so vollzieht sich mit der Zeit die Restitution von der Seelenblindheit, während die partielle Rindenblindheit unverändert für die Dauer sich erhält. Wird die Stelle A_1 nur an einer Hemisphäre entfernt, so gilt alles ebenso bloss für das Sehen mit dem gegenseitigen Auge; doch fixirt hier der Hund mit beiden Augen nach wie vor, und deshalb kommt es zur Restitution von der Seelenblindheit bloss insoweit, als der Hund gezwungen ist, das gegenseitige Auge allein zum Sehen zu benutzen. Ueberall kann die Seelenblindheit vollkommen sich verlieren, auch wenn mit der Stelle A_1 noch ein grosses Stück der übrigen Sehsphäre entfernt ist; und erst wenn mehr als drei Viertel der Retina rindenblind sind, bleibt die Restitution unvollkommen oder kommt gar nicht mehr zustande.

Tiefer in das Gebiet der Gesichtsvorstellungen einzudringen, ist mir, trotz vielen und verschiedenartigen Bemühungen, bisher nicht gelungen. Am ehesten schien noch die Vermuthung sich bestätigen zu wollen, welcher ich nach meinen allerersten Versuchen dahin Ausdruck gegeben hatte, dass in der Sehsphäre „die Erinnerungsbilder der Gesichtswahrnehmungen in der Reihenfolge etwa, wie die Wahrnehmungen dem Bewusstsein zuströmen, gewissermassen von einem centralen Punkte aus in immer grösserem Umkreise deponirt werden“ [81]. Schon vor Jahren habe ich angegeben [82], dass nach der Exstirpation der Stelle A_1 hin und wieder einmal, im ganzen sehr selten, ein einzelnes Erinnerungsbild erhalten gefunden wird, bei Fehlen der übrigen Erinnerungsbilder. Seitdem habe ich häufig, wenn bei Partialexstirpationen der Sehsphäre ein Theil der Stelle A_1 entfernt war, einen Theil der Erinnerungsbilder erhalten, einen anderen Theil verloren gesehen. Es ist also zweifellos, dass es für das einzelne Erinnerungsbild bloss einer kleinen Gruppe von Vorstellungselementen bedarf, und dass verschiedene Erinnerungsbilder an verschiedene solche Gruppen gebunden sind. Aber darüber hinaus bin ich doch nicht gekommen, weil ich weiter keine Gesetzmässigkeit in den Erscheinungen zu entdecken vermochte. Es hat mir gerathen scheinen wollen, die Verfolgung dieser Dinge aufzuschieben, bis die Fühlsphäre, welche gerade für das Studium der Vorstellungen besondere Vortheile bietet, ebenso eingehend untersucht ist, wie jetzt die Sehsphäre.

Anmerkungen.

[69] Die Narkose durch die combinirte Wirkung von Morphium und Aether herbeizuführen, muss ich nach meinen Erfahrungen überhaupt für solche Exstirpationsversuche, wie ich sie ausgeführt habe, besonders empfehlen. Ich injicire subcutan dem mittelgrossen Hunde ca. 0,15 g, dem kleinen Affen 0,03 g, dem grossen Affen 0,06 g Morphium muriaticum und lasse die Aetherisation erst nach 20—30 Minuten beginnen, wenn die Morphiumwirkung sehr deutlich ausgesprochen ist. Nur wo man ein Thier zur Controle schon früh nach der Operation beobachten oder prüfen will, sind Chloroform oder Aether zu verwenden.

[70] S. o. S. 18.

[71] Ich konnte in der ersten Auflage hier hinzufügen, dass ein solcher Hund 6 Monate nach der zweiten Operation gesund geblieben war. Später, in den Jahren 1883—87, habe ich 6 solche Hunde durch 6—12 Monate nach der zweiten Operation bei ungestörter Gesundheit und unverändertem Verhalten am Leben erhalten. Ein siebenter solcher Hund hat, bis ich ihn zum Zwecke der Section tödtete, sogar $22\frac{1}{2}$ Monate nach der zweiten Operation gelebt, gleichfalls ohne Störungen in Gesundheit und Verhalten, ausser dass im 16. Monate einmal bei der Untersuchung ein epileptischer Anfall eintrat, der bald nach seinem Beginne durch Narkose (mit Chloroform und Aether ana) coupirt wurde. An dem letzteren Hunde war im zweiten Jahre nach der Operation an beiden Augen eine sehr deutliche Atrophie der Papilla optica zu beobachten (nur fand Hr. J. Hirschberg die hellere Papille nicht so bläulichweiss wie bei der Cerebrospinal-Amaurose des Menschen); und eine solche, nur schwächere Atrophie liess sich auch an einem anderen Hunde im 10. Monate nach der Abtragung beider Sehsphären constatiren (vgl. H. Munk, Tageblatt der 59. Naturforscher-Versammlung in Berlin 1886. S. 142). Neuerdings hat an einem Hunde, welchem Obregia beide Sehsphären exstirpirt hatte, Manolesco schon nach 6 Monaten die Papillen blass gefunden „wie bei einem Menschen, der an Atrophie der Optici zu leiden beginnt“ (Al. Obregia, Inaug.-Diss. Bucarest 1888. S. 87). Ueber die Ergebnisse der anatomischen Untersuchung meines längstlebigen Hundes s. v. Monakow, Arch. f. Psychiatrie, Bd. 20. 1889. S. 729 ff.

[72] S. o. S. 24—7 und die fünfte Mittheilung.

[73] S. o. S. 69.

[74] S. o. S. 74—5.

[75] S. u. Anm. 134.

[76] S. o. S. 21.

[77] S. o. S. 70 ff.

[78] Diese Ausführung über den eigenartigen Blick, der mir lange ein interessantes Problem war, ist nicht gut gelungen und durch den anscheinend zusammenfassenden Schlusssatz sogar fehlerhaft geworden. Denn dass der Hund nicht mehr fixirt, reicht für sich allein zur Erklärung des Blickes nicht aus, da vollkommen rindenblinde Hunde, welche gleichfalls nicht fixiren, den stieren und blöden Blick doch nicht zeigen. Sondern es charakterisirt den Blick unseres Hundes gerade wesentlich noch, dass die Augen weit offen und fast unbeweglich sind. Offenbar hält der Hund, weil er sehen *will* und für das Sehen auf die peripherischen Netzhautpartien beschränkt ist, die Augen in derjenigen Stellung fest, bei welcher er am meisten sieht, und hemmt ihre natürlichen Bewegungen, die ihm nicht nur nicht mehr von Nutzen, sondern sogar schädlich sein würden.

[79] Vgl. o. S. 22, 63. — [80] S. o. S. 23.

[81] S. o. S. 11. — [82] S. o. S. 17.

Siebente Mittheilung.

(Vorgetragen in der Sitzung der Physiologischen Gesellschaft zu Berlin am 2. Juli 1880.)*

Meine Herren! In einer Mittheilung vom 3. Juni d. J. habe ich auf grund neuer Versuchsergebnisse die Functionen der Sehsphären der Grosshirnrinde in bindendem Zusammenhange so weit darzulegen vermocht, dass als nächste Aufgabe der Untersuchung die Ermittelung sich darstellt, in welchen engeren Beziehungen die verschiedenen Erinnerungsbilder der Gesichtswahrnehmungen zu den Vorstellungselementen der ausgezeichneten Partie des Hinterhauptslappens stehen. Es hat aber diese Mittheilung bloss die Sehsphären des Hundes behandelt, und ich will heute hinzufügen, was über die Sehsphären des Affen sich ergeben hat. Nur wollen Sie mir gestatten, einige Bemerkungen voraufzuschicken, welche noch in gewissem Sinne jener Mittheilung zugehören. Nicht dass dort in den Versuchen oder in der Darlegung eine Lücke geblieben wäre, welche ich nachträglich auszufüllen hätte; sondern ich habe durch wiederholte mündliche und gedruckte Interpellationen die Ueberzeugung gewonnen, dass einige Punkte in unerwarteter Weise dem Verständnisse Schwierigkeiten bieten, und ich will das Meine thun, das Verständniss zu erleichtern.

Es hat befremdet, dass der seelenblinde Hund hungerig an der Fleischschüssel vorübergeht, die man ihm mitten in den Weg gesetzt, da doch, wie man meinte, sein ungeschädigter Geruchssinn ihn das Fleisch bemerken lassen müsste. Man hat dabei übersehen, dass, gleichviel wie fein der Geruchssinn sei, für das Riechen immer die allgemeine Bedingung erfüllt sein muss, dass eine gewisse Menge der Riechstoffe mit einer gewissen Geschwindigkeit an die Regio olfactoria gelangt; und man hat auch wohl auf grund der Schilderungen von vorzüglichen Jagd- und Spürhunden das durchschnittliche Riechvermögen des Hundes über-

---

* Verhandlungen der Physiologischen Gesellschaft zu Berlin, 1879/80. No. 18 (ausgegeben am 9. August 1880); du Bois-Reymond's Arch. 1880. S. 149.

schätzt. Meine Versuchshunde von mittlerer Grösse und der verschiedensten Art stürzten allerdings aus grösserer Entfernung auf Fleisch zu, das sie gesehen hatten; waren sie aber durch Verbinden der Augen oder durch Rindenblindheit auf ihren Geruchssinn angewiesen, so entging ihnen allen ganz ausnahmslos bei ruhigem Athmen und in normaler Weise hochgetragenem Kopfe das Fleisch, welches am Boden lag, selbst wenn sie darüber hinwegschritten, und sie bemerkten dasselbe nur dann, wenn sie die Nase dem Boden genähert hatten und schnüffelten. Da nun die letzteren Hülfsmittel für das Riechen der Hund bloss dann in Anwendung zieht, wenn er vermuthet, dass es etwas zu erriechen giebt, und dem seelenblinden Hunde bei seiner Prüfung ein Anlass zu solcher Vermuthung zunächst gar nicht gegeben ist, so ist nichts natürlicher, als dass ebendieser Hund das Fleisch am Boden durch seinen Geruchssinn nicht entdeckt. Freilich, sobald man mit der Fütterung begonnen hat, schnüffelt der seelenblinde Hund ebenso herum, wie der ganz blinde Hund, und dann findet er auch ebenso gut das Fleisch auf: wodurch gerade sich feststellen lässt, dass sein Geruchssinn unversehrt ist.

Etwas länger muss ich verweilen bei einem zweiten Punkte. Seitdem ich nachwies, dass die ausgezeichnete Partie (A_1) der Sehsphäre, deren Exstirpation Seelenblindheit setzt, zugleich der Retinastelle des directen Sehens und deren Umgebung zugeordnet ist, habe ich wiederholt in Referaten über meine Mittheilung mit mehr oder weniger Bestimmtheit es ausgesprochen gefunden, dass nunmehr die Erscheinungen der Seelenblindheit auf das indirecte Sehen zurückzuführen seien; und neuerdings hat Hr. L. Mauthner in einem vor der Gesellschaft der Aerzte in Wien am 4. Juni gehaltenen Vortrage dasselbe ausgedehnter darzuthun versucht. Hr. Mauthner bestreitet die Existenz der Seelenblindheit und meint, dass nach der Exstirpation der Stelle A_1 der Hund keine seiner Gesichtsvorstellungen, kein einziges Erinnerungsbild verloren habe, sondern die Objecte bloss deshalb nicht erkenne, weil das jetzt allein mögliche indirecte Sehen ihm nur undeutliche Netzhautbilder liefere, aus welchen er die Form der Objecte nicht zu enträthseln vermöge; demgemäss gewinne auch weiterhin der Hund nicht neue Erinnerungsbilder, sondern gerade weil ihm die Erinnerungsbilder nicht verloren gegangen seien, erkenne er die Objecte wieder, sobald er durch anderweitige Sinneswahrnehmungen erfahren habe, welchen Objecten seine undeutlichen Netzhautbilder entsprechen, sobald er z. B. die Peitsche gefühlt habe. Es heisst nun aber doch, meine ich, sehr viel, oder richtiger gar zu wenig mir zugemuthet, wenn ich, während ich das gesammte thatsächliche Material beschaffte, welches man gegen mich in Verwendung bringt, eine so überaus nahe liegende und dabei so folgenreiche Bedeutung des indirecten Sehens ganz ausser Acht gelassen haben sollte. Der Sachverhalt ist denn auch gerade umgekehrt der, dass ich zwar wiederholt

in meinen Mittheilungen auf die Unabhängigkeit der Seelenblindheit von dem indirecten Sehen aufmerksam zu machen gedachte, aber jedesmal wieder davon Abstand nahm, weil ich Ueberlegungen so einfacher Art auch sonst dort nicht Platz gab.

Der Versuch, die Erscheinungen der Seelenblindheit auf das excentrische Sehen zurückzuführen, hat nämlich zur Voraussetzung, dass beim normalen Thiere die Erinnerungsbilder der Gesichtswahrnehmungen jederzeit wirklich vorhanden und für den Gebrauch bereit sind. Diese Voraussetzung ist aber grundfalsch. Die tausend und abertausend Erinnerungsbilder sind immer nur latent (potentia) gegeben, und sie müssen für den Gebrauch erst reell entstehen, sie müssen entwickelt oder hervorgerufen werden, sei es auf dem Wege der Association, sei es durch eine Erregung von Opticusfasern; und in dem letzteren Falle, der uns hier allein interessirt, muss, damit ein gewisses Erinnerungsbild reell entstehe, die Erregung der Opticusfasern derart sein, dass sie ein Anschauungsbild liefert, welches jenem Erinnerungsbilde entspricht, d. h. welches ihm nicht gleich zu sein braucht, aber ihm doch ähnlich sein muss.[83] Die durch centrales Sehen erworbenen latenten Erinnerungsbilder kommen also dem Thiere für excentrisches Sehen nur so lange zustatten, als das letztere Sehen noch ähnliche Anschauungsbilder liefert; nur so lange kann das Thier durch das Zusammenfallen von Anschauungs- und Erinnerungsbild die Objecte erkennen. Sobald dagegen beim excentrischen Sehen nicht mehr ähnliche Anschauungsbilder zustandekommen, sind alle jene latenten Erinnerungsbilder für das Erkennen werthlos, da kein einziges dieser Bilder mehr entwickelt werden kann; und wenn jetzt noch das Thier die Objecte erkennen soll, so bedarf es dazu unbedingt anderer Erinnerungsbilder, welche den Anschauungsbildern, wie sie dieses excentrische Sehen liefert, entsprechen. Auf dieser Grundlage ist dann aber weiter, wenn infolge der Exstirpation der Stelle A_1 der Hund, auf excentrisches Sehen beschränkt, alles sieht, aber nichts erkennt und erst mit der Zeit wieder alles kennen lernt, gar kein anderer Schluss möglich, als dass dem Hunde die Erinnerungsbilder, welche er besass, für alle Folge ausgefallen oder werthlos geworden sind, und dass neue (latente) Erinnerungsbilder, wie sie der normale Hund gar nicht hat, Erinnerungsbilder, welche den Anschauungsbildern des excentrischen Sehens entsprechen, mit der Zeit von dem verstümmelten Hunde erworben werden. In Frage bleibt einzig und allein, wie ich schon früher ausführte[84], ob die alten Erinnerungsbilder erhalten und nur durch Leitungsunterbrechung nutzlos geworden sind, oder ob dieselben ganz verloren gegangen sind; und diese Frage wird zu gunsten der letzteren Möglichkeit dadurch entschieden, dass die Zerstörung keiner anderen Partie der Grosshirnrinde derartige Sehstörungen mit sich bringt.

Die Schwierigkeit liegt hier also nicht in der Sache, deren Einfach-

heit sogar eher überraschen darf, sondern ist erst durch den Gedankenfehler entstanden, welchen man beging. Hrn. Mauthner's Betrachtung schliesst überdies noch einen zweiten solchen Fehler ein, da er das optische Erinnerungsbild der Peitsche, um welches allein es sich handelt, verwechselt mit dem Begriff „Peitsche", von welchem jenes Erinnerungsbild bloss eine Componente ist. Doch will ich darauf vorderhand nicht näher eingehen, weil es nicht nothwendig ist, und weil nirgend dringender, als in der Physiologie der Grosshirnrinde, im Interesse des wahren Fortschrittes es zu wünschen ist, dass solche Erörterungen unterbleiben, für welche die experimentelle Grundlage noch nicht vorhanden ist.*

Ich komme nun zu den Sehsphären des Affen. Diese so umfassend, wie die Sehsphären des Hundes, zu studiren, ging schon deshalb nicht an, weil das Versuchsmaterial gar zu spärlich zufloss; so habe ich im letzten Jahre nicht mehr als acht Affen mir verschaffen können, und von ihnen mussten noch zwei zu anderweitigen Versuchen dienen. Immerhin gewähren aber doch die neuen Versuche im Verein mit den alten, was die Gesichtswahrnehmung des Affen betrifft, eine befriedigende Einsicht.

Die beiderseitige Hemiopie des Affen nach der Exstirpation der Rinde eines Hinterhauptslappens, welche ich im März 1878 Ihnen anzeigte[85], haben die HH. Luciani und Tamburini[86] bestätigt, aber in einer Weise, welche die Bestätigung sehr entwerthete; denn sie sahen die Hemiopie auch dann eintreten, wenn sie die Rinde des Gyrus angularis zerstörten, und sie sahen dieselbe mit der Zeit sich wieder verlieren. Wegen der ersteren Angabe habe ich sogleich nochmals den Gyrus angularis untersucht, und ich kann nur mit aller Bestimmtheit wiederholen, dass dessen Rinde ausser Verbindung mit der Retina ist und mit der Sehsphäre gar nichts zu schaffen hat, sondern der Fühlsphäre zugehört, deren Augenregion sie repräsentirt. Die HH. Luciani und Tamburini sind durch die Unvollkommenheit und die Unsauberkeit ihrer Exstirpationen getäuscht worden; und die vorübergehende Hemiopie, welche sie beobachteten, ist überhaupt bloss durch die Quetschung bei der Operation oder die reactive Entzündung bedingt gewesen**, da die-

* Nachträglicher Zusatz. Als ich diesen Vortrag hielt, lag mir nur das von Mauthner verfasste kurze Referat über seinen Vortrag im Anzeiger der K. K. Gesellschaft der Aerzte in Wien (No. 32; 10. Juni 1880) vor. Seitdem ist die ausführliche Mittheilung von Mauthner in der Wiener medicinischen Wochenschrift (1880. No. 26, 27 und 28) erschienen. Nachdem ich diese eingesehen, finde ich nichts meinen Mittheilungen hinzuzufügen, welche alle wünschenswerthe Auskunft geben.

** Wie mir Hr. Wernicke sagt, ziehen die Fasern, welche das Marklager des Hinterhauptslappens mit den Ursprungsganglien des Tractus opticus verbinden, als sagittale Markleiste dicht unter der Rinde des Gyrus angularis hin. Es könnte danach die Quetschung oder Entzündung ebensowohl diese sagittale Markleiste, wie die benachbarte Rinde des Hinterhauptslappens betroffen haben.

jenige Hemiopie, welche wirklich die Folge der Exstirpation ist, durch Monate hindurch fortbesteht, wie ich nun nicht weniger als zwölfmal gleichmässig habe constatiren können.

Die Beschränkung der Sehsphären des Affen auf die Hinterhauptslappen wird auch schon durch die Ihnen früher mitgetheilten Versuche verbürgt, bei welchen ich die Rinde beider Hinterhauptslappen, soweit sie von der Convexität aus zu erreichen war, exstirpirt hatte[87]. Die Affen erschienen ganz rindenblind, und durch Monate besserte sich ihr Sehen nicht weiter, als dass sie beim langsamen Gehen nicht mehr anstiessen. Somit entsprechen diese Versuche am Affen den neulich von mir beschriebenen[88] Versuchen am Hunde, bei welchen die beabsichtigte Totalexstirpation der beiden Sehsphären nicht vollkommen gelungen war; wie beim Hunde durch den Rindenrest am Sulcus calloso-marginalis, so war beim Affen durch die restirende Rinde an der unteren Fläche des Hinterhauptslappens noch eine Spur von Gesichtswahrnehmung erhalten geblieben. Unter diesen Umständen noch neuerdings die vollkommene Exstirpation beider Sehsphären des Affen erzielen zu wollen, hätte sich nicht bloss in Ansehung des Materiales nicht verantworten lassen, sondern wäre auch schon deshalb ganz überflüssig gewesen, weil es mir mittlerweile, wie ich sogleich zu berichten haben werde, gelungen ist, durch Partialexstirpationen der Rinde beider Hinterhauptslappen die totale einseitige Rindenblindheit des Affen herbeizuführen.

Für die genaueren Beziehungen, in welchen die Sehsphären des Affen zu den Retinae stehen, war durch die Erfolge der Exstirpation der Rinde eines Hinterhauptslappens dargethan, dass die rechte Sehsphäre den rechten Hälften, die linke Sehsphäre den linken Hälften der beiden Retinae zugeordnet ist. Ich bin nun weiter gegangen und habe bloss die eine seitliche Hälfte einer Sehsphäre exstirpirt, indem ich ungefähr die sagittale Halbirungslinie der convexen Fläche des Hinterhauptslappens als Grenze nahm. War die laterale Hälfte der linken Sehsphäre entfernt, so war der Affe rindenblind für die laterale (temporale) Hälfte der linken Retina; war die mediale Hälfte der linken Sehsphäre entfernt, so war der Affe rindenblind für die mediale (nasale) Hälfte der rechten Retina. Und als ich einem Affen, welchem ich die laterale Hälfte der linken Sehsphäre exstirpirt hatte, nachdem die Wunde vernarbt war, noch die mediale Hälfte der rechten Sehsphäre nahm, war dieser Affe rindenblind für die ganze linke Retina, total rindenblind auf seinem linken Auge. In allen diesen Fällen bestand die durch die Operation gesetzte Rindenblindheit während der 6—13 Wochen, während welcher die Affen am Leben blieben, unverändert fort; und in dieser ganzen Zeit habe ich keinerlei Sehstörung zu entdecken vermocht für diejenigen Partien der beiden Retinae, welche nicht rindenblind geworden waren. Dass auch bei diesen Affen die Iris normal functionirte und überhaupt alles mit

Ausnahme des Gesichtssinnes sich normal verhielt, brauchte ich wohl kaum besonders anzumerken.

Erinnere ich jetzt noch daran, dass, bei meinen ersten Versuchen an den Hinterhauptslappen des Affen, nach beiderseits gleicher kreisrunder Exstirpation von 10—15^{mm} Durchmesser circumscripte, fleckenweise Rindenblindheit beider Retinae zur Beobachtung kam[89], so habe ich Ihnen meine Erfahrungen bezüglich der Gesichtswahrnehmung des Affen insgesammt vorgeführt. Aber diese Erfahrungen reichen auch aus, um zu zeigen, dass beim Affen im wesentlichen dieselbe Projection der Retinae auf die Rinde der Hinterhauptslappen besteht, wie beim Hunde, nur dass die laterale Partie der Retina, welche der gleichseitigen Sehsphäre zugehört, beim Affen viel grösser als beim Hunde ist. Für die Maculae luteae des Affen im besonderen ergeben die Versuche mit Exstirpation einer halben Sehsphäre, dass sie derjenigen Rinde zugeordnet sind, welche ungefähr die Mitte der Convexität jedes Hinterhauptslappens einnimmt. Es findet das auch eine interessante Bestätigung durch die Erfolge der letzterwähnten kleinen Exstirpationen; denn ich griff damals beim reinen Tasten, wie die Musterung meiner Präparate lehrt, bald hier, bald da die mittlere Partie der Convexität an den Hinterhauptslappen an, und schwerlich wäre mir die fleckenweise Rindenblindheit aufgefallen, wäre nicht das Sehen gerade mit centralen Retinapartien geschädigt gewesen. Leider hat es mir an Material gefehlt, um die den Maculae luteae correspondirende Rinde noch genauer durch besondere Versuche zu ermitteln.

Diese Lücke, welche ich zurücklassen muss, ist um so empfindlicher, als an ihre Ausfüllung voraussichtlich zugleich der wichtigste Aufschluss über die Gesichtsvorstellungen des Affen geknüpft ist. Wo ich Hemiopie herbeigeführt hatte, war nie eine Schädigung der Gesichtsvorstellungen nachweisbar, und so sind die eben mehrfach erwähnten Versuche mit kleinen Exstirpationen bisher die einzigen Fälle geblieben, in welchen ich den Verlust, und zwar hier von einzelnen Erinnerungsbildern constatirt habe. Hund und Affe scheinen demnach auch hinsichts der Gesichtsvorstellungen keine principiellen Verschiedenheiten darzubieten, und überall scheinen die mit Erinnerungsbildern besetzten Vorstellungselemente in der Sehsphäre dort gelegen zu sein, wo die wahrnehmenden Elemente, welche den centralen Retinapartien correspondiren, sich befinden; nur würde bei den höchststehenden Säugethieren, dem entsprechend, dass jede Macula lutea beiden Sehsphären zugeordnet ist, von jedem Auge aus zugleich in beiden Hemisphären das Erinnerungsbild deponirt werden.

Ich will Sie schliesslich heute noch bekannt machen mit einer neuen Sphäre der Grosshirnrinde, der Riechsphäre.

Als ich vor zwei Jahren, nach Hrn. Goltz' vorwurfsvoller Bezeichnung[90], die Specialkarte der Grosshirnrinde Ihnen vorlegte, sagte ich

von der an der unteren Fläche der Hemisphäre befindlichen Rindenpartie, deren Functionen unbekannt geblieben waren, es sei guter Grund vorhanden zu glauben, dass sie die Riechsphäre und die Schmecksphäre enthalte, welchen beiden wir noch nicht begegnet waren.[91] Ich stützte mich dabei für die Riechsphäre hauptsächlich auf die einfache grobe Betrachtung des Hirns. Hr. Ferrier freilich, welchen merkwürdige Versuche und Ueberlegungen in den Gyrus hippocampi[92] das Tastcentrum und in den unteren Theil des Schläfenlappens die Riech- und Schmeckcentren hatten verlegen lassen, hatte auch gemeint, dass „die anatomische Verbindung, welche zwischen dem Tractus (oder Gyrus) olfactorius und der Spitze des Schläfenlappens (oder dem Uncus) besteht, wie sie sich am Gehirne des Kaninchens, des Hundes, der Katze u. s. w. deutlich erkennen lässt, schon auf eine physiologische Beziehung dieser Region (des Uncus) zu dem Geruchssinne hinweise“[93]. Aber wer unbefangen die untere Fläche eines Hundehirns betrachtet, sieht den Tractus olfactorius in engster Verbindung mit dem Gyrus hippocampi stehen, in einer Verbindung, welche gar nicht inniger und deutlicher ausgesprochen sein könnte, und gegen welche alle weiteren Verbindungen des Tractus mit anderen Hirntheilen unbedingt erst in zweiter Linie rangiren müssen. Auch findet, wer unbefangen die Hirne verschiedener Säugethiere vergleicht, den Gyrus hippocampi und gerade nur diesen Hirntheil, dem Tractus und Bulbus olfactorius entsprechend, verhältnissmässig sehr gross bei den niederen Säugethieren mit hochentwickeltem Geruchssinne, dagegen klein bei den höchststehenden Säugethieren mit wenig entwickeltem Geruchssinne. So bot gerade hinsichts des Gyrus hippocampi einfach und klar, wie nirgend sonst am Hirn, die Anatomie einen werthvollen Anhalt für die Beurtheilung der Function, an deren experimentelle Ermittelung bei der Unzugänglichkeit des Gyrus kaum zu denken war; und da auch Hrn. Ferrier's Tast-, Riech- und Schmeckcentren bereits als Phantasiegebilde erkannt waren, so liess sich die Rinde des Gyrus hippocampi mit grosser Wahrscheinlichkeit als die Riechsphäre ansprechen. Indess mochte ich doch diese Ausführung früher nicht geben, weil ich Hrn. Ferrier's anatomischer Anschauung eben bloss wiederum eine anatomische Anschauung gegenüberzustellen hatte. Jetzt bin ich durch einen glücklichen Zufall in die Lage versetzt, für die Riechsphäre im Gyrus hippocampi[94] noch mit anderem Beweise eintreten zu können.

Wie Sie wissen, sind die Hunde nach der Totalexstirpation der beiden Sehsphären, selbst wenn die Exstirpation nicht vollkommen gelang, für das Finden der Nahrungsmittel auf Riechen und Fühlen angewiesen.[95] Hält man einem solchen Hunde, der nicht gerade satt, ein Fleischstück nahe vor der Nase, so dass er es riecht, so fängt er schnüffelnd es zu suchen an; und hat er es gefunden, so geht er weiter, heftig und laut schnüffelnd, im Zimmer umher. Hatte man Fleisch-

stücke auf dem Boden zerstreut, so wird er nunmehr durch sein Schnüffeln zu einem Stücke nach dem anderen hingeleitet, mit der Zeit nimmt er alle Stücke auf, und erst wenn er dann lange vergebens sich bemüht, stellt er endlich das Schnüffeln ein. Es ist diese Art der Fütterung das beste Mittel, den Hund, der sonst nur ungern und sehr langsam sich bewegt, zu vielem und raschem Gehen anzuregen; deshalb wandten wir sie bei den zahlreichen Hunden, welchen ich die Sehsphären total exstirpirte, regelmässig bei jeder Prüfung an, und regelmässig beobachteten wir denselben Vorgang, wie ich ihn beschrieb. Nur ein einziger Hund, welchem am 1. November v. J. die linke und am 22. December die rechte Sehsphäre entfernt war, und welcher eine Spur von Gesichtswahrnehmung mittels der äussersten medialen Partie der rechten Retina behalten hatte, bot ein abweichendes Verhalten dar. Es fiel dies sogleich am 27. December auf, als ich die erste genauere Untersuchung nach der zweiten Operation vornahm. So dicht ich auch an die Nase das Fleischstück heranbrachte, der Hund bemerkte es nicht, und er wurde erst aufmerksam, als ich die Nase damit berührte; dann schnüffelte er ganz schwach und kaum hörbar auf, indem er bloss den Kopf bewegte, und da er das Fleischstück, welches ich mittlerweile ein wenig entfernt hatte, nicht fand, hörte er sogleich wieder zu schnüffeln auf. Nachdem ich dies mehrmals in gleicher Weise constatirt hatte, liess ich das Fleischstück dicht vor der Nase, so dass der Hund es fasste; und mit einem neuen Fleischstücke, das ich ganz langsam zurückzog, leitete ich den Kopf des Hundes zum Boden, wo ich ihm das Fleischstück überliess. Aber auch jetzt noch nicht suchte der Hund, so hungerig er auch war, weiter nach Fleisch; er that es erst, als die letztere Procedur mehrfach wiederholt war. Da ging er mit gesenktem Kopfe, die Schnauze dem Boden sehr genähert, munter umher, höchst selten einmal und dann immer ganz schwach und nur durch Secunden schnüffelnd, in der Regel ruhig athmend; und er ging mit dem Kopfe über alle Fleischstücke hinweg, ohne sie zu entdecken, bis er zufällig eines mit der Schnauze berührte, das er dann gierig aufnahm, ohne es vorher zu beriechen. Schwammstücke und was sonst mit am Boden lag, nahm der Hund ebenso wie die Fleischstücke auf, sobald er mit der Schnauze auf sie gestossen war, und erst nachdem er mit dem Maule des Irrthums gewahr geworden, warf er sie wieder aus. Hatte der Hund derart eine lange Zeit hindurch gesucht, so waren von den vielen Fleischstücken, welche nahe bei einander lagen, doch nur einige wenige von ihm aufgefunden, und es blieb schliesslich nichts übrig, als ihm eine Fleischportion im Haufen darzubieten, wollte man ihn nicht hungern lassen. Ganz dasselbe wurde an den folgenden Tagen und später bei jeder der häufigen Prüfungen beobachtet, und so wurde immer wieder constatirt, wie diesem Hunde der Geruchssinn so gut wie ganz abging; bloss das

seltene schwache Schnüffeln zeigte es an, dass er eine Spur von Geruchssinn doch besass. Der Hund erkrankte am 2. Januar d. J.; nach den Erscheinungen zu schliessen, breitete sich eine acute beiderseitige Encephalomeningitis sehr rasch von den Operationsstellen weit nach vorn über die Fühlsphären aus und bildete sich dann etwas langsamer in umgekehrter Richtung wieder zurück. Am 6. Januar war der Hund, dessen letzte Operationswunde inzwischen verheilt war, wieder ganz gesund und wohlauf, und er blieb es nunmehr bis zu seinem Tode; ebensowenig, wie vor der Erkrankung, waren irgendwelche andere Abnormitäten, als die beschriebenen Mängel des Gesichts- und des Geruchssinnes, zu constatiren. Am 24. März liess ich den Hund mit Blausäure vergiften. An den Hinterhauptslappen war alles sehr schön und in der gewöhnlichen Weise vernarbt. Der linke Gyrus hippocampi hatte die normale Grösse, war aber in seiner ganzen Ausdehnung in eine prall mit Flüssigkeit gefüllte Blase umgewandelt, deren untere Wandung von der äusserst dünnen und durchsichtigen Rinde gebildet war; auf den Einstich spritzte eine klare Flüssigkeit hervor, und nachdem der innen glatte Hohlraum vollkommen entleert, war an die Stelle des Wulstes eine tiefe und schmale Einsenkung getreten. Der rechte Gyrus hippocampi, ebenfalls von normaler Grösse, war in seiner ganzen Ausdehnung weich und durchscheinend; nach oberflächlichem Einschneiden floss langsam eine Quantität klarer Flüssigkeit aus, die, wie sich ergab, eine Anzahl kleiner und weit mit einander communicirender Hohlräume erfüllt hatte. Man könnte sagen, dass hier gleichfalls eine Blase bestand, die aber durch Züge weisser Substanz, welche unregelmässig nach Art stärkerer und schwächerer Fäden quer durch den Hohlraum zu der hier dickeren Rindenschicht liefen, unvollkommen in Kammern getheilt war; dem entsprechend war hier nach der Entleerung der Flüssigkeit der Wulst nicht durch eine Einsenkung ersetzt, sondern erschien nur ganz abgeplattet. Im übrigen bot das Hirn keinen pathologischen Befund dar, und insbesondere verhielt sich die Rinde zwischen Hinterhauptslappen und Gyri hippocampi ganz normal, ebenso die Tractus und die Bulbi olfactorii.

Ich weiss sehr wohl die Bedenken zu würdigen, welche im allgemeinen der Verwerthung eines einzelnen physiologischen Versuches oder eines einzelnen pathologischen Falles entgegenstehen. Aber hier liegen doch, wie gar nicht zu verkennen ist, die Dinge ausserordentlich günstig. Zu dem verhältnissmässig kleinen Reste der Grosshirnrinde, dessen Functionen noch nicht durch den Versuch aufgehellt sind, der sicher nichts mit dem Gesichts- und dem Gehörssinne und höchstwahrscheinlich auch nichts mit dem Gefühlssinne zu thun hat, in welchem die soweit noch nicht angetroffenen centralen Organe des Geschmacks- und des Geruchssinnes zu vermuthen sind, gehört die Rinde der Gyri hippocampi. Die

anatomischen Verbindungen dieser Gyri zeigen an, dass sie zu dem Geruchssinne in engster Beziehung stehen. Nun findet sich, wo das fast vollkommene Fehlen des Geruchssinnes rein und sicher constatirt ist, nichts anderes, das dazu in ursächliche Beziehung sich setzen liesse, als der völlige Untergang des einen und die fast völlige Zerstörung des anderen Gyrus hippocampi. Da scheint mir kein Zweifel mehr möglich zu sein, dass wir in der Rinde der Gyri hippocampi die Riechsphären zu erkennen haben.

Anmerkungen.

[83] Vgl. o. S. 92.

[84] S. o. S. 97.

[85] S. o. S. 29.

[86] S. o. Anm. 54.

[87] S. o. S. 29—30.

[88] S. o. S. 86.

[89] S. o. S. 29.

[90] Pflüger's Arch. Bd. 20. 1879. S. 27. — Ich habe hier den Originalausdruck hergestellt; durch ein Versehen hatte ich früher „Landkarte“ gesagt.

[91] S. o. S. 58.

[92] Ich mache nochmals darauf aufmerksam, dass ich an die Stelle der englischen, von Ferrier benutzten die bei uns gebräuchlichen Benennungen setze (vgl. o. S. 4 Anm. †††).

[93] Philos. Transact. 1875. Part II. p. 451f.; Functions of the brain, p. 183f. (Uebersetzung von Obersteiner, S. 200ff.)

[94] Der Gyrus hippocampi ist in Fig. 4 der Tafel punktirt und mit O bezeichnet. Die Ausdehnung der Punktirung entspricht der Ausdehnung der Blase, welche linkerseits an dem Gehirne des weiter im Texte besprochenen Hundes gefunden wurde. Auch in Fig. 3 oben S. 50 ist der Gyrus hippocampi neuerdings mit O bezeichnet worden.

[95] S. o. S. 84ff.

Achte Mittheilung.

(Gelesen in der Sitzung der phys.-math. Classe der Königl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin am 19. Mai 1881.)*

Die Versuche über die Hörsphäre[96] hatten in den Jahren 1876—77 so grosse Schwierigkeiten geboten, dass ich mich mit den damaligen Ergebnissen zunächst gern zufrieden gab. Infolge der beiderseitigen Exstirpation einer gewissen Rindenpartie des Schläfenlappens, der Stelle B_1,

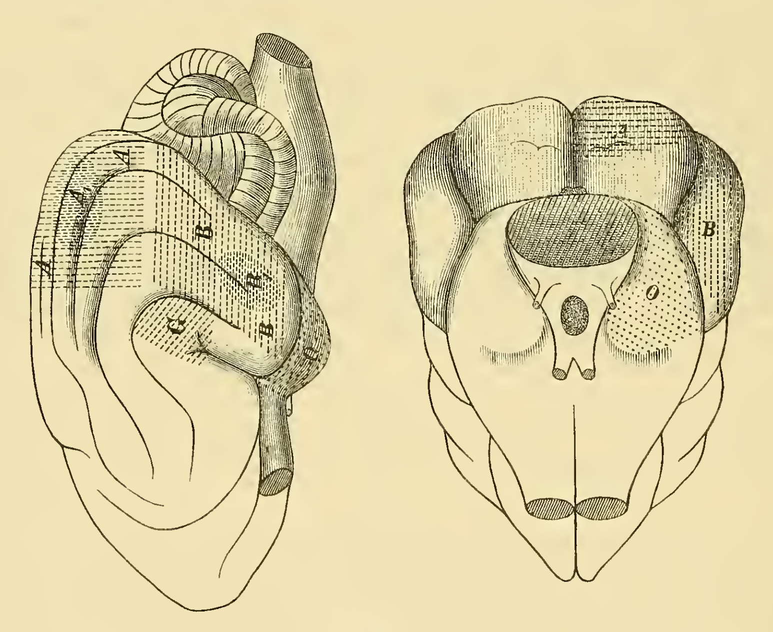


Fig. 7.

war der Hund seelentaub, d. h. er hörte noch, aber er hatte die Gehörs-Erinnerungsbilder verloren, er verstand nicht mehr, was er hörte; und ganz allmählich lernte der Hund wieder das Gehörte verstehen, so dass

* Monatsberichte der Berliner Akademie d. Wiss. 1881. S. 470 (ausgegeben am 23. Juni 1881).

er 4—5 Wochen nach der Operation gerade so wieder wie vor der Operation sich darstellte. Die Stelle B_1 musste danach, in Analogie mit dem was für den Gesichtssinn ermittelt war, einer grösseren der Gehörswahrnehmung dienenden Hörsphäre angehören, von deren gänzlicher Zerstörung völlige Taubheit zu erwarten stand. In der That hatte auch in den ersten Tagen nach der beiderseitigen Exstirpation von B_1, zur Zeit also, wo die Umgebung der Exstirpationsstellen in einiger Ausdehnung infolge des mechanischen Angriffes und der Entzündung functionsunfähig anzunehmen war, jedesmal volle Rindentaubheit bestanden. Aber es war nicht gelungen, Hunde am Leben zu erhalten, an welchen eine umfangreichere Exstirpation der Rinde beider Schläfenlappen ausgeführt war, und ich vermochte deshalb die Grösse der Hörsphäre nur annähernd danach zu schätzen, wie weit ich bei den Seelentaubheits-Versuchen die eine oder die andere Exstirpationsstelle über B_1 hinaus in dieser oder jener Richtung ausgedehnt gefunden hatte, ohne dass das Versuchsergebniss beeinträchtigt oder irgendwelche andere Störung noch gesetzt gewesen wäre. So liess sich als die Hörsphäre die Rinde des Schläfenlappens unterhalb der Sehsphäre ($A A_1 A$) und oberhalb des Gyrus hippocampi ansprechen, mit Ausnahme allein der vordersten Partie des Lappens, des an die Fissura Sylvii grenzenden Stückes der vierten äusseren Windung. Es stimmte gut zu dieser Schätzung, dass späterhin in jenem Stücke der vierten Windung, wenigstens in seinem oberen oder medialen Theile deutlich nachweisbar, die Ohrregion der Fühlsphäre (G)[97], andererseits im Gyrus hippocampi die Riechsphäre (O)[98] gefunden wurde.

Erst im vorigen Jahre, als die Totalexstirpation beider Sehsphären gelungen war, habe ich die Versuche über die Hörsphäre wieder aufzunehmen gewagt. Und wieder bin ich auf so enorme Schwierigkeiten gestossen, dass bloss die Überzeugung von der Unumgänglichkeit der Untersuchung, wenn anders unsere Kenntniss der Functionen der Grosshirnrinde auf festem Grunde ruhen sollte, zur hartnäckigen Verfolgung der Aufgabe mich ermuthigt hat. Soviel allerdings, als ich erstrebte, hat sich nicht erreichen lassen, aber ich kann doch von Erfolgen berichten.

Der wesentlichste der Erfolge ist die Totalexstirpation der beiden Hörsphären.

Der operative Eingriff wird zuerst an der einen Hemisphäre und 1—2 Monate später, wenn die Wunde schon lange vernarbt ist, ebenso an der zweiten Hemisphäre vorgenommen. An dem tief narkotisirten Hunde löst man den Schläfenmuskel von seinem oberen und seinem hinteren Insertionsrande her bis unter den Jochbogen ab und entfernt das Schädeldach über dem Schläfenlappen, so dass die Öffnung vorn der Fossa Sylvii und hinten der Linea semicircularis nahekommt, oben die laterale Grenze der Sehsphäre sehen lässt, endlich unten die Schädel-

basis erreicht. Der Sinus transversus darf nicht verletzt, ebensowenig die Fossa Sylvii aufgedeckt werden. Nachdem dann die Dura gespalten und in Stücken zurückgeschlagen, führt man einen Schnitt etwa 2^{mm} tief parallel der lateralen Grenze der Sehsphäre 1—2^{mm} unterhalb derselben, einen zweiten Schnitt ebenso tief vom vorderen Ende des ersten Schnittes aus durch die zunächst hinter der Fossa Sylvii befindliche Furche (Fissura ectosylvia R. Owen) bis zur Basis und trägt von der Kreuzungsstelle beider Schnitte aus in der Richtung von vorn und oben nach hinten und unten die Rinde des Schläfenlappens mit flachen Messerzügen ab, bis man dem Gyrus hippocampi auf 1—2^{mm} nahegekommen ist. Nur die dem Kleinhirn zugewandte Rindenpartie lässt man dabei stehen, und diese wird schliesslich für sich scheibenförmig abgeschnitten, nachdem man wenn nöthig einen dünnen Scalpellstiel eingeschoben hat. Überall beim Abtragen der Rinde ist sorgsam darauf zu achten, dass die Schnitte möglichst parallel der Oberfläche und in nicht mehr als 2^{mm} Abstand von derselben geführt werden. Die Blutung ist nach den ersten Schnitten recht beträchtlich und kann, um das Operationsfeld in der Tiefe übersichtlich zu erhalten, für eine kurze Weile das Andrücken eines Schwämmchens nöthig machen; aber sie kommt immer bald zum Stehen, und die Wunde kann dann sogleich durch Nähte geschlossen werden.

Das Verfahren ist also, mit den durch den Wechsel des Ortes gebotenen Modificationen, dasselbe wie bei der Totalexstirpation der beiden Sehsphären; und allen den Gefahren, wie dort, unterliegt auch hier der Hund nach der Operation, so dass ich das früher Gesagte nur zu wiederholen hätte. Aber einzelne missliche Umstände machen hier noch viel öfter als dort den Versuch missglücken. Die Spitze des Schläfenlappens ist in der Tiefe der Wunde so schwer zugänglich, dass ziemlich häufig trotz aller Vorsicht ein grösseres Stück dieser Spitze dem Messer entgeht; so kommt es zu unzureichenden Exstirpationen besonders leicht bei grossen Hunden, deren Schläfenlappen mit einer ansehnlichen Rindenfläche der Schädelbasis aufliegt. Weiter bringt es die Verletzung der grossen Äste der in der Fossa Sylvii gelegenen Gefässe mit sich, dass die Thiere häufig an Nachblutungen in den nächsten Tagen zugrundegehen. Endlich tritt ebenfalls recht häufig durch eine rothe Erweichung ein rasch zum Tode führender Durchbruch in den Ventrikel ein, regelmässig an dem tieferen Theile des Schläfenlappens, wo die Wundfläche dem Ventrikel sehr nahe gelegen ist. Alles zusammen macht die Verluste hier ausserordentlich gross, so gross, dass mir erst auf 15 bis 20 Versuche einer gelungen ist.

In den glücklichen Fällen verheilen die Wunden ebenso rasch und in ganz derselben Weise, wie ich es bei der Sehsphären-Exstirpation beschrieb. Sobald nach der zweiten Operation die Narkose vorüber, geht

und läuft der Hund munter umher, und wenn nach wenigen Tagen das mässige Fieber sich verloren hat, treibt er sich wie ein unversehrter Hund herum, spielt und tummelt sich mit den Genossen. In der Ausführung der Körperbewegungen, wie in dem Reichthume an Bewegungsarten bietet er dabei keinerlei Abweichung von der Norm dar. Auch laufen seine vegetativen Functionen alle in normaler Weise ab, und Sehen, Riechen, Schmecken, Fühlen sind ebenfalls durchaus normal. Aber der Hund ist taub, auf beiden Ohren vollkommen taub. Während früher schon das leiseste ungewöhnliche Geräusch seine Aufmerksamkeit erregte und Bewegungen veranlasste, kann man jetzt rufen, schreien, lärmen, soviel man will; man kann musiciren, pfeifen und das Tamtam schlagen, dass es nicht bloss den Menschen, sondern auch den anderen Hunden ganz unerträglich ist; seine Genossen können anschlagen und in erschrecklichem Chore bellen und heulen: nichts von alledem, wenn nur nicht ungewöhnliches ihm dabei zu Gesichte kommt, stört ihn im mindesten in seinem Thun und Treiben; ob er liegt, steht oder geht, mit keinerlei Bewegung reagirt er auf den Schall; selbst die Ohrmuscheln, die sonst doch häufig lebhaft hin und her gehen, sobald er mit Aufmerksamkeit etwas anschaut, bleiben ganz in Ruhe. Die Intelligenz des Hundes erscheint dabei nicht weiter geschädigt, als es die Taubheit mit sich bringt; und durch fleissige Umschau, wie durch aufmerksames Anstarren der Menschen, von welchen er abhängig ist, sucht er gewissermassen zu ersetzen, was er für den Verkehr durch die Taubheit eingebüsst hat. So bleibt der Hund unverändert, so lange er lebt und gesund ist, nur dass zur Taubheit sich noch Taubstummheit hinzugesellt. Schon in der ersten Woche bellt der Hund immer nur kurze Zeit, dabei eigenartig hart und monoton, manchmal auch überschlagend; später schlägt er bloss auf Secunden ganz schwach und rauh, oft wie heiser an; endlich, meist schon nach 14 Tagen, setzt er gar nicht mehr zum Bellen an. Wo das Geräusch an der Thür, der Fremde im Stall, der Passant am Gitter des Laufraumes die ganze Schaar der Hunde bellen macht, wo seine Genossen beim Spielen mit ihm die lustigen Sprünge, beim Kampfe mit ihm um das Fleisch oder die brünstige Hündin die tückischen Bisse mit Bellen begleiten, überall bleibt dann unser Hund durchaus stumm; und brächten ihn nicht Misshandlungen zum Schreien und Winseln, man könnte ihn für stimmlos halten. Sonst ist in den $2^1/_2$—4 Monaten, während welcher ich diese Hunde in voller Gesundheit habe beobachten können, nichts bemerkenswerthes weiter vorgekommen.

Volle andauernde Taubheit ist es demnach einzig und allein, was unsere beiderseitige Exstirpation mit sich bringt. Denn dass die Stummheit nur von der Taubheit herrührt, kann um so mehr gesichert scheinen, als ich schon früher an Hunden, welchen kurz nach der Geburt beide Ohren zerstört worden waren, ausser der Taubheit gleichfalls Taub-

stummheit habe constatiren können[99]. Aber weil beim Menschen Taubstummheit bloss dort sich findet, wo die Taubheit von Geburt an bestand oder in den ersten Jahren sich einstellte, während bei späterem Taubwerden die Sprache mehr oder weniger gut erhalten bleibt, versäumen wir es nicht, auch noch erwachsene und alte Hunde, wie sie zu den Exstirpationsversuchen dienten, zu prüfen, nachdem ihnen auf beiden Seiten das Gehörorgan zerstört worden. Was beim ganz jungen Hunde für den Zweck ausreicht, dass man mit einem Pfriemen nach Perforation des Trommelfelles das Labyrinth an- und ausbohrt, geht schon wegen der Krümmung des äusseren Gehörganges beim erwachsenen Hunde nicht an. Hier entfernt man auf die von Hrn. Heidenhain[100] geübte Weise vom Halse her ein Stück der Bulla ossea und bricht dann nach Hrn. B. Baginsky's[101] Vorgange mit einem durch die Fenestra rotunda eingeführten Pfriemen die untere Wand* der Schnecke weg. Es bedarf einiger Vorsicht, dass man nicht durch zu starken Druck die Schnecke, statt sie bloss aufzubrechen, ganz abbricht und so die von Hrn. Baginsky[102] in meinem Laboratorium studirten Schwindelerscheinungen setzt, welche unnütze Verwickelungen bedingen; sonst bietet das Verfahren keine Schwierigkeiten und lässt sich so gut wie unblutig in 1 bis 2 Minuten durchführen. Ist die Operation auf beiden Seiten gelungen, so erweist sich der Hund nicht bloss vollkommen taub, sondern binnen kurzem auch taubstumm und zeigt überhaupt in allen Stücken dasselbe

---

* Baginsky hat das Promontorium weggebrochen, und das ist auch ausreichend. Dagegen reicht es nicht überall aus, wenn in geringerer Ausdehnung die Schnecke eröffnet wird. Dann kann es vorkommen, dass der Hund, nachdem er ca. 14 Tage ganz taub gewesen ist, wieder, wenn auch sehr unvollkommen, hört und zwar, was beiläufig Beachtung verdient, nicht hohe, wohl aber tiefe Töne und Geräusche wahrnimmt.[103] Es erklärt sich das dadurch, dass die Taubheit anfänglich auf dem Fortfall der Perilymphe und später, wenn durch eine Narbe das Labyrinth sich wieder geschlossen und neue Perilymphe sich angesammelt hat, auf der mittlerweile durch die Entzündung herbeigeführten Degeneration und Zerstörung der häutigen Labyrinththeile beruht, dass aber nach wenig ausgedehnter Eröffnung der Schnecke die Vernarbung eher erfolgen kann, als es zur völligen Zerstörung der häutigen Labyrinththeile gekommen ist, so dass ein noch nicht zugrundegegangener Rest der letzteren von neuem zu functioniren vermag. Da nun einerseits, was man Promontorium nennt, keine allseitig scharf begrenzte und gut definirbare Knochenpartie ist, andererseits es nicht darauf ankommt, dass das ganze Promontorium oder bloss das Promontorium entfernt wird, vielmehr das wesentliche ist, dass eine weite Eröffnung der Schnecke statthat, so habe ich im Einverständnisse mit Hrn. Baginsky oben im Texte die Fassung gewählt, dass die untere Wand der Schnecke wegzubrechen ist. Sobald man eine grosse Öffnung gemacht hat, ist man des Erfolges durchaus sicher; und wenn bei solchen Versuchen, wie den weiter unten folgenden mit einseitiger Labyrinthzerstörung und gleichseitiger partieller Hörsphären-Exstirpation, doch noch eine Controle erwünscht scheint, so ist dieselbe einfach dadurch zu führen, dass man zum Schlusse des Versuches die untere Wand der zweiten Schnecke wegbricht und die nunmehrige vollkommene Taubheit des Hundes constatirt.

Verhalten, wie wir es oben von dem am Hirn verletzten Hunde kennen lernten. Damit ist es ausgemacht, dass beim Hunde, anders als beim Menschen, Taubheit, ob früh oder spät entstanden, immer Taubstummheit nach sich zieht, und ist es auch vom letzten Zweifel befreit, dass nichts weiter als Taubheit die unmittelbare Folge unserer Exstirpationen ist.

Die vergleichende Prüfung des labyrinthtauben Hundes bietet übrigens noch einen anderen und nicht zu unterschätzenden Vortheil dar. Unter Umständen nämlich, wenn man im Zimmer starke Geräusche erzeugt, bleibt der rindentaube Hund nicht unbewegt; knallt man z. B. in seiner Nähe ein Zündhütchen ab oder schlägt man kräftig mit dem Stocke auf den Tisch, an welchem er liegt, so fährt er auf, hebt den Kopf oder wirft ihn in den Nacken und reisst auch wohl die Augen auf. Das könnte an der vollkommenen Taubheit des Hundes irrewerden lassen, klärte nicht sogleich über den wirklichen Sachverhalt die Ruhe auf, in welcher hier stets die Ohrmuscheln verharren; denn überall sonst sind es gerade die Ohrmuscheln des Hundes, welche auf Schalleindrücke zuerst in Bewegung gerathen, auch wenn nach unvollkommenen Exstirpationen nur wenig vom Gehörssinne noch übrig ist. Immerhin aber ist es gut, dass jede Täuschung einfach und grob durch die Untersuchung des labyrinthtauben Hundes auszuschliessen ist. Indem der letztere Hund auch unter jenen Umständen genau dasselbe Verhalten zeigt wie der rindentaube Hund, ist es ohne weiteres klar, dass es gar nicht der Gehörssinn, sondern, wie leicht zu verstehen, der Gefühlssinn ist, der in jenen Fällen die Bewegungen des Hundes veranlasst.

Steht es nunmehr fest, dass mit unseren Eingriffen die Totalexstirpation der beiden Hörsphären gelungen ist, so will doch auf der anderen Seite noch erwogen sein, ob wirklich die ganze Rindenpartie BB_1B die Hörsphäre repräsentirt. Sichtlich spricht dafür gewichtig, dass gar keine anderen Abnormitäten als Taubheit und Taubstummheit bei unseren Versuchen oben zur Beobachtung kamen. Auch lässt sich dafür geltend machen, was bei der Erkrankung ebendieser Hunde sich zeigt, wenn eine Encephalomeningitis von einer Exstirpationsstelle aus über die Hemisphäre sich verbreitet; denn der Taubheit und Taubstummheit gesellen sich dann ausschliesslich oder wenigstens zu allererst Sehstörungen und Bewegungslosigkeit der Ohrmuschel hinzu, wodurch die Sehsphäre und die Ohrregion der Fühlsphäre als die Nachbarn der Hörsphäre sich zu erkennen geben. Den entscheidenden Beweis aber liefern die missglückten Versuche, bei welchen die beabsichtigte Totalexstirpation der beiden Hörsphären nicht ganz zur Ausführung gelangt ist, indem auf der einen oder der anderen Seite ein grösseres Rindenstück erhalten blieb. Alle hier wünschenswerthen Variationen stellen sich im Verlaufe der Untersuchung ein. Dass ziemlich häufig ein grösseres Stück der

Spitze des Schläfenlappens dem Messer entgeht, habe ich schon früher hervorgehoben. Es ist aber auch selbst durch viele Uebung nicht auszuschliessen, dass von der dem Kleinhirn zugewandten Rindenpartie, die sich nicht übersehen lässt, hin und wieder einmal ein Stück zurückbleibt. Weiter wird unter besonderen Umständen ein vorderes Randstück zurückgelassen, dort nämlich, wo die nicht seltene Abnormität vorliegt, dass die dritte und die vierte Windung hinter der Fossa Sylvii zu einer einzigen Windung verschmolzen sind; indem man in solchem Falle bei der Operation, wie ich sie beschrieb, für den zweiten Schnitt der Leitung durch die Fissura ectosylvia entbehrt, geschieht es nach meinen Erfahrungen in der Regel, dass man diesen Schnitt zu weit entfernt von der Fossa Sylvii führt. Endlich findet sich auch zu, was sich am ehesten vermeiden lassen sollte — mir ist es doch zweimal vorgekommen —, dass man die obere Grenze verfehlt und den ersten Schnitt in zu grossem Abstande von dem lateralen Rande der Sehsphäre anlegt. In allen diesen Fällen zeigt es sich, dass der Hund noch hört, die einen Male schon den nächsten Tag nach der Operation, die anderen Male — wo die Section die zweite Exstirpation als die unvollkommene ergiebt — erst nach mehreren Tagen, nachdem zuerst der Hund vollkommen taub gewesen war. Zwar nicht bei jeder einzelnen Gehörsprüfung, wohl aber ausnahmslos, wenn man die angegebene Reihe der Prüfungen durchmacht, sieht man den Hund unmittelbar auf den Schall ein Ohr oder beide Ohren spitzen, auch Kopf und Augen nach der Seite drehen, ja manchmal sogar später, wenn man sich bereits viel mit ihm beschäftigt hat, auf den Menschen zu sich in Gang setzen. Das lässt keinen Zweifel, dass mit der Genauigkeit, welche überhaupt in diesen Dingen das Messer zu liefern vermag, in der Rindenpartie BB_1B die Hörsphäre gegeben ist.

So hat sich also, was ich früher aus den Folgen der beiderseitigen Exstirpation von B_1 für die Hörsphären erschlossen hatte, als richtig bewährt, und durch den Versuch ist es nunmehr erwiesen: dass die Rindenabschnitte BB_1B der Grosshirnhemisphären und von allen nervösen Centraltheilen einzig und allein diese Rindenabschnitte, welche ich die Hörsphären genannt habe, es sind, die mit der Function des Hörens betraut sind. So sicher, können wir sagen, wie durch die Schallwellen die specifischen Endelemente, mit welchen die Acusticusfasern in den Ohrlabyrinthen ausgestattet sind, und so mittelbar die Acusticusfasern selbst erregt werden, so sicher enden auf der anderen Seite diejenigen Acusticusfasern, deren Erregung das Hören zur Folge hat, in den Hörsphären BB_1B, und liegen ebendort und dort allein die centralen Elemente, welche Schall empfinden, in welchen die Gehörswahrnehmung statthat. Sind die Hörsphären entfernt oder für die Dauer functionsunfähig geworden, so werden zwar durch die Schallwellen die Acusticusfasern nach wie vor von ihren Endelementen aus in Erregung gesetzt,

und diese Erregung könnte auch noch reflectorisch von anderen, unterhalb der Grosshirnrinde gelegenen Centraltheilen aus Wirkungen herbeiführen, aber Schall wird nicht mehr empfunden, Gehörswahrnehmungen kommen nicht mehr zustande, volle Rindentaubheit auf beiden Ohren besteht für alle Folge.

Der nächste Schritt lehrt uns auch die Beziehung kennen, in welcher die einzelne Hörsphäre zum einzelnen Ohre oder Labyrinthe steht.

Schon die Totalexstirpation einer Hörsphäre für sich allein verschafft darüber einen wesentlichen Aufschluss. Hat man die Operation, wie ich sie oben beschrieb, auf einer Seite glücklich ausgeführt, so bietet der Hund zwar keine auffälligen Erscheinungen dar, aber die genaue Untersuchung deckt mehrere Abnormitäten auf. Man beobachtet, dass der Hund, wenn man ungesehen ihn ruft und überhaupt auf den ungewöhnlichen und unerwarteten Schall, ausschliesslich das Ohr der verletzten Seite spitzt, oder wenigstens dieses Ohr zuerst und stärker spitzt als das andere Ohr, und dass er weiter, wenn eine Bewegung des Kopfes oder des ganzen Körpers folgt, regelmässig zunächst nach der Seite der Verletzung sich dreht. Auch stellt sich heraus, wenn man abwechselnd das Ohr der operirten und das der nicht operirten Seite mit Watte verstopft, dass der Hund zwar beidemal hört, aber doch im ersteren Falle beträchtlich schlechter hört als im letzteren Falle. Es kann danach nicht anders sein, als dass die Hörsphäre in besonders enger Beziehung zum gegenseitigen Ohre steht, vorwiegend mit diesem Ohre in Verbindung gesetzt ist.

Aber die volle Einsicht wird gewonnen, sobald man zur Totalexstirpation der einen Hörsphäre noch den zweiten Eingriff hinzufügt, dass man das Gehörorgan derselben Seite durch Wegbrechen der unteren Schneckenwand zerstört. Sind beide Operationen gelungen, so ist der Hund vollkommen taub und bald auch taubstumm und stimmt überhaupt in seinem Verhalten durchaus mit demjenigen Hunde überein, welchem beide Hörsphären total exstirpirt oder beide Gehörorgane zerstört sind. Daraus geht hervor, dass jede Hörsphäre nicht bloss vorwiegend, sondern ganz ausschliesslich dem gegenseitigen Ohre zugehört [104], dass die schallempfindenden centralen Elemente jeder Hörsphäre einzig und allein mit den peripherischen Endelementen des gegenseitigen Acusticus verknüpft sind. Die Hörsphären verhalten sich demnach hinsichts der Beziehungen zu den Sinnesorganen so wie die Fühlsphären und nicht wie die Sehsphären.

Mit der Combination der einseitigen Rindenexstirpation und der gleichseitigen Labyrinthzerstörung ist, wie man sieht, eine neue Methode für die Untersuchung der Hörsphäre gegeben, eine Methode zugleich, welche gegenüber der beiderseitigen Rindenexstirpation durch die geringeren Schwierigkeiten des operativen Verfahrens und besonders durch

die besseren Chancen des Erfolges sich empfiehlt. Mittels dieser Methode bin ich denn auch den Grenzen der Hörsphäre nochmals in der Weise nachgegangen, dass ich die Exstirpation der Rindenpartie BB_1B absichtlich unvollkommen ausführte und bei den verschiedenen Versuchen jedesmal an einem anderen Rande der Partie ein grösseres Stück stehen liess. Das Ergebniss war dasselbe wie in den früher besprochenen Fällen, in welchen die eine Hörsphäre total und die andere unzureichend exstirpirt war, und wie — beiläufig bemerkt — auch in den Fällen, in welchen neben der einseitigen Labyrinthzerstörung die beabsichtigte Totalexstirpation der gleichseitigen Hörsphäre nicht ganz gelungen war: jedesmal liess sich constatiren, dass der Hund noch hörte. Aber dieselben Versuche hatten zugleich noch anderen Zwecken zu dienen, sie sollten die Kenntniss der Hörsphäre noch in einer anderen Richtung erweitern.

Es war bei den vorbehandelten Untersuchungen schon sehr früh aufgefallen, wie die Hunde nach unzureichender Hörsphären-Exstirpation, obwohl an ihnen allen bloss noch ein Rest des Gehörssinnes übrigwar, doch so mannigfach verschieden sich verhielten. Nur wenn man das Tamtam kräftig bearbeitete, traten an allen Hunden Bewegungen ein. Sonst reagirten die meisten wohl auf den Pfiff, manche aber doch nicht; wiederum wurden die einen aufmerksam durch dieses oder jenes Geräusch, durch diesen oder jenen Zuruf, den sie allerdings nie verstanden, die anderen liess dasselbe Geräusch, derselbe Zuruf durchaus unbewegt; die einen hörten offenbar das Bellen der Genossen, an den anderen blieb darauf selbst das leiseste Spitzen der Ohren aus; u. dgl. m. Auch bellten manche dieser Hunde anscheinend unverändert nach wie vor, andere liessen deutlich Modificationen des Bellens beobachten, indem dieses immer nur kurz oder abnorm hoch war, und noch andere stellten, ebenso wie die vollkommen tauben Hunde, ganz und gar das Bellen ein. Dieses wechselnde Verhalten liess sich nur verstehen, wenn die zurückgebliebenen Hörsphärenstücke, welche die Section als vielfach verschieden in Lage und Grösse aufdeckte, auch functionell ungleichwerthig waren; und so befestigte sich täglich mehr die Überzeugung, dass die schallempfindenden centralen Elemente der Hörsphäre in den verschiedenen kleineren Abschnitten dieser Sphäre mit verschiedener Schallempfindung betraut sind. Indess liessen jene Versuche, welche der Zufall zugeführt hatte, die wünschenswerthen weiteren Belege nicht gewinnen. Ich habe darum noch eine besondere ganz systematische Untersuchung unternommen, indem ich an Hunden, welchen die untere Wand der einen Schnecke weggebrochen war, die gleichseitige Hörsphäre partiell exstirpirte und die einen Male den oberen, die anderen Male den unteren, weiter den vorderen oder endlich den hinteren Abschnitt der Hörsphäre fortnahm. Das entfernte Rindenstück hatte dabei verschiedene Grösse: es machte in einer Reihe von Versuchen etwa die Hälfte, in einer anderen

Reihe etwa zwei Drittel der Hörsphäre aus; und in einer dritten Reihe, den vorerwähnten Versuchen, war es noch grösser, so dass bloss ein Randstück der Hörsphäre übrigblieb. Natürlich riss der Tod viele Lücken in den Reihen; sie wurden immer wieder ausgefüllt. Alle diese Hunde prüfte ich dann durch Wochen und Monate wiederholt möglichst genau und mit allen mir zugänglichen Mitteln, von welchen ich einen Theil der Güte von Hrn. v. Helmholtz und Hrn. Lucae zu verdanken hatte.

Bietet schon beim Menschen die analysirende Prüfung des Hörvermögens die grössten Schwierigkeiten, so sind dieselben beim Hunde noch ausserordentlich gesteigert durch die Unanwendbarkeit werthvoller Prüfungsweisen und vor allem durch die mangelhafte und bedingte Auskunft, welche das Verhalten des Hundes gewährt. Wie der Hund hört, d. h. was er hört, wenn er den Schall wahrnimmt, bleibt ja ausser in dem Falle, dass er den Zuruf nicht in gewohnter Weise versteht, d. h. nicht mit den gewohnten Handlungen beantwortet, überall ganz unbekannt; und dass er einen Schall nicht hört, lässt sich aus dem Ausbleiben von Bewegungen auch bloss entnehmen, wenn der Schall dem Hunde ungewohnt und dabei seine Aufmerksamkeit zu erregen wohl geeignet war, und wenn zugleich diese Aufmerksamkeit nicht zur Zeit nach anderer Richtung hin wesentlich abgelenkt war. Ich bin daher schon mit mässigen Erwartungen in die Untersuchung eingetreten, aber die Ausbeute ist doch noch hinter meinen Erwartungen zurückgeblieben. Denn ich kann bloss ein einziges sicheres Ergebniss und dies auch nur in so weiter Fassung melden: dass die hintere Partie der Hörsphäre in der Nähe des Kleinhirns der Wahrnehmung tiefer Töne, die vordere Partie der Hörsphäre in der Nähe der Fossa Sylvii der Wahrnehmung hoher Töne dient. Wo nur etwa das vordere Drittel oder noch weniger von der Hörsphäre erhalten war, hörte der Hund nicht die Töne tiefer Orgelpfeifen (*C*, *c*), nicht den tiefen Zuruf im Bass, überhaupt nicht tiefe Geräusche, so z. B. insbesondere auch nicht das starke tiefe Geräusch, welches man bei kurzem passendem Anschlag an die Mitte des Tamtams erhält. Umgekehrt, wo nur etwa das hintere Drittel oder weniger von der Hörsphäre erhalten war, hörte der Hund nicht den Pfiff, nicht die Töne hoher Pfeifen (c''', c'''', c'''''), nicht den hohen Zuruf im Falset und überhaupt nicht hohe Geräusche. Auch verlernte der erstere Hund das Bellen und blieb in der Folge stumm wie der ganz taube Hund, während der letztere Hund gar keine oder doch keine auffälligen Veränderungen in seinem Bellen darbot. Sonst kann ich nur noch als wahrscheinlich hinstellen, dass das gewöhnliche und alltägliche Hören des Hundes hauptsächlich an die untere Hälfte der Hörsphäre gebunden ist. Denn wo nur etwa das untere Drittel der Hörsphäre zurückgeblieben war, hörte der Hund anscheinend alles, wenn er auch den

Zuruf nicht verstand, und bellte nach wie vor; dagegen, wo nur etwa das obere Drittel der Hörsphäre übrigwar, der Hund offenbar überhaupt schlecht hörte, auf die verschiedensten Töne und Geräusche immer nur wenig und manchmal gar nicht reagirte, auch nur selten und kurz bellte. Dass die Wahrnehmung von einzelnen Tönen oder Geräuschen ganz verloren war, habe ich in diesen Fällen nicht constatiren können.

Aus der Gesammtheit der Ergebnisse dieser Versuche und der sich anschliessenden Ergebnisse der zufälligen unzureichenden Exstirpationen ist mir der Eindruck erwachsen, dass die schallempfindenden centralen Elemente etwa in einem nach unten convexen Bogen um die Spitze der Fissura postsylvia R. Owen so angeordnet sein dürften, dass in der Richtung von hinten nach vorn ein Fortschritt von der Empfindung tieferer zu der Empfindung höherer Töne statthat. Haben auch mehr klare Belege, als ich oben gab, aus der wunderbaren Mannigfaltigkeit der Erfahrungen vorerst noch nicht sich herausfinden lassen, so zweifele ich doch nicht, dass die Weiterführung der partiellen Hörsphären-Exstirpationen bessere Ergebnisse liefern wird; und ich würde die Untersuchung der Hörsphäre bei diesem Stande der Dinge noch nicht abgebrochen haben, wenn nicht eine unerträgliche Nervosität infolge der vielen Hörprüfungen mich dazu genöthigt hätte.

Anmerkungen.

96 S. o. S. 10, 15—7, 30—1.

97 S. o. S. 52—3.

98 S. o. S. 108—11.

99 S. o. S. 16.

100 Pflüger's Arch. Bd. 17. 1878. S. 16—7.

101 du Bois-Reymond's Arch. 1881. S. 217.

102 Monatsber. d. Berliner Akad. d. Wiss. 1881. S. 42; du Bois-Reymond's Arch. 1881. S. 201.

103 Die durch diese Beobachtung veranlasste Untersuchung von B. Baginsky (Sitzungsber. d. Berliner Akad. d. Wiss. 1883. S. 685; Virchow's Arch. Bd. 94. 1883. S. 65) hat den Nachweis geführt, dass die dem Hören tiefer Töne dienenden Theile in der Spitze und die dem Hören hoher Töne dienenden Theile in der Basis der Schnecke enthalten sind.

104 Dasselbe haben seitdem auch die anatomischen Untersuchungen ergeben, wenigstens für die bisher ausreichend verfolgte Verbindung von Hirnrinde und Schnecke. Vgl. v. Monakow, Arch. f. Psychiatrie, Bd. 12. 1882. S. 141; Correspondenzbl. f. Schweizer Ärzte, 1887, No. 5; Neurolog. Centralbl. 1889. S. 550. — B. Baginsky, Sitzungsber. d. Berliner Akad. d. Wiss. 1886. S. 255; 1889. S. 635; Virchow's Arch. Bd. 105. 1886. S. 28; Bd. 119. 1890. S. 81. — P. Flechsig, Neurolog. Centralbl. 1886. S. 544; 1890. S. 98.

Neunte Mittheilung.

(Vorgetragen in der Sitzung der Physiologischen Gesellschaft zu Berlin am 1. Juli 1881.)*

Eine grössere Sendung Affen, welche ich im October v. J. erhielt, habe ich zu weiteren Versuchen über die Sehsphären verwandt, und es sind die Ergebnisse dieser Versuche, über welche ich heute berichten will.

Als ich gerade vor einem Jahre hier sprach, hatte ich dessen zu gedenken, dass auch die HH. Luciani und Tamburini nach der Verletzung eines Hinterhauptslappens beiderseitige Hemiopie beobachtet hatten[105]. Seitdem haben die HH. Ferrier und Yeo[106] die Ergebnisse einer neuen Untersuchung über die Sehcentren des Affen veröffentlicht, Ergebnisse, welche dermassen in sich von Widersprüchen starren[107], und welche so offenbar der ganzen Untersuchung den Stempel der Unreife aufdrücken, dass eine eingehendere Besprechung derselben unnütz wäre. Es ist jedoch bemerkenswerth, dass Hr. Ferrier, der einstmals nicht herb genug mich anlassen konnte[108], weil ich den Hinterhauptslappen — sein vermeintliches Hungercentrum — zum Sehen in Beziehung gesetzt hatte, nunmehr gleichfalls die beiderseitige Hemiopie nach Zerstörung des Hinterhauptslappens, allerdings in Verbindung mit Zerstörung des Gyrus angularis, gefunden und ferner „totale und anscheinend permanente“ Blindheit bloss in dem Falle erhalten hat, in welchem ausser beiden Gyri angulares auch beide Hinterhauptslappen zerstört waren. Wo, besonders von ärztlicher Seite, über die abweichenden Ergebnisse der verschiedenen Experimentatoren Klage geführt worden ist, dürfte die hier sich anbahnende Uebereinstimmung doch vielleicht Veranlassung sein, dass man nicht weiter bloss zählt, sondern wägt.

Ich muss von neuem betonen, dass ich sowohl in der von den HH. Luciani und Tamburini, wie in der von den HH. Ferrier und Yeo beobachteten zeitweiligen Hemiopie nur eine unzureichende Bestäti-

---

* Verhandlungen der Physiologischen Gesellschaft zu Berlin, 1880/81. No. 15 u. 16 (ausgegeben am 6. August 1881); du Bois-Reymond's Arch. 1881. S. 455.

gung meiner Erfahrungen erkennen kann. Denn nach diesen[109] ist durch den Ausfall der Rinde eines Hinterhauptslappens stets eine andauernde beiderseitige Hemiopie bedingt, und der Ausfall keiner anderen Rindenpartie, insbesondere nicht des Gyrus angularis, bringt auch nur eine Spur einer partiellen Blindheit oder Amblyopie mit sich. Auch in sechs Versuchen an den neuen Affen habe ich wiederum nie eine Hemiopie oder Amblyopie beobachtet, als ich die Rinde des Gyrus angularis exstirpirt hatte. Wo nach dem Angriffe des Hinterhauptslappens nur eine vorübergehende Hemiopie sich ergeben hat, muss die Rinde des Lappens in zu geringer Ausdehnung entfernt oder zerstört worden sein, so dass wohl in der ersten Zeit, während noch die Umgebung der Operationsstelle functionsunfähig war, die ausgedehnte Rindenblindheit beider Retinae grob bemerkbar war, später aber die beschränktere Rindenblindheit, welche bestehen blieb, der Beobachtung entging. Und wo dem Angriffe des Gyrus angularis zeitweilige Hemiopie gefolgt ist, kann deren Ursache nur in der Quetschung bei der Operation und in der reactiven Entzündung gelegen gewesen sein, welche die Nachbarschaft der Rinde des Gyrus angularis betrafen.

Für den letzteren Ursprung der vorübergehenden Hemiopie kann ich auch interessante Erfahrungen beibringen. Ich hatte die diesmaligen Exstirpationsversuche am Gyrus angularis gerade in der Hoffnung unternommen, dass der Zufall auch mir einmal bei einer weniger glücklichen Operation die zeitweilige Hemiopie nach solchem Eingriffe zuführen würde. Als dies in vier Versuchen wiederum nicht geschehen war, beschloss ich die Vermuthung zu prüfen, welche Hr. Wernicke bei Gelegenheit meiner vorjährigen Mittheilung ausgesprochen hatte[110], dass die Quetschung und die Entzündung, ebensowohl wie den Hinterhauptslappen, auch die Fasern betroffen haben könnten, welche das Marklager des Hinterhauptslappens mit den Ursprungsganglien des Tractus opticus verbinden und als sagittale Markleiste unter der Rinde des Gyrus angularis hinziehen. Schlägt man nach Entfernung der Pia den vorderen Rand des Hinterhauptslappens zurück, so sieht man den dicken Faserstrang, schief von hinten und innen nach vorn und aussen verlaufend, unter die obere Spitze des Gyrus angularis treten. Ich führte nun die nächste Exstirpation am Gyrus angularis so aus, dass ich zwar überall sonst in der gewohnten Weise bloss in etwa 2^{mm} Dicke, am Sulcus parieto-occipitalis aber in etwa 4^{mm} Dicke die Rindenschicht entfernte. Wirklich war der Affe beiderseits hemiopisch, wie wenn der Hinterhauptslappen angegriffen worden wäre, und die Hemiopie blieb durch drei Tage bestehen; am dritten Tage war sie schon schwer nachweisbar, sie war offenbar in der Rückbildung begriffen, und am vierten Tage liess sich keinerlei partielle Blindheit mehr constatiren. Ein zweiter solcher Versuch bot denselben Erfolg dar, nur erhielt sich die Hemiopie durch

fünf Tage, und ein letzter Rest war sogar vielleicht noch am sechsten Tage zu erkennen. Später habe ich noch zweimal in der alten und normalen Weise die Rinde des Gyrus angularis exstirpirt, so dass ich nicht die Schnitte absichtlich zu tief in der Nähe der Hinterhauptslappen-Fasern führte, und wiederum war keine Spur einer partiellen Blindheit aufzufinden.[111]

Wieviel von derselben Retina dem rechten, wieviel dem linken Hinterhauptslappen zugeordnet ist, das hat sich jetzt noch schärfer als früher feststellen lassen. Die Möglichkeit dazu boten einige Affen, welche soweit gezähmt waren, dass sie frei auf dem Tische sitzend sich prüfen liessen und dazu noch den Verschluss eines Auges durch ein Klebepflaster ohne Widerstreben ertrugen. Reichte ich ihnen kleine Mohrrübenstücke auf lange Nadeln gespiesst, so nahmen sie jedes Stück sofort ab, sobald es ihnen zu Gesichte gekommen war; wurde ihnen jedoch einmal im Augenblicke, da sie zugreifen wollten, der sich hebende Oberarm von dem hinter ihnen stehenden Wärter sanft herabgedrückt, so standen sie von jeder weiteren Bewegung so lange ab und fixirten nur das Mohrrübenstück scharf durch Minuten hindurch, bis ich schliesslich das Stück rasch noch weiter ihnen näherte und jetzt beim neuen Zugreifen keinen Widerstand ihnen entgegensetzen liess. Als dem einen dieser Affen die Rinde des linken Hinterhauptslappens exstirpirt worden war, brachte ich ein Mohrrübenstückchen in 15—20^{cm} Abstand gerade vor seine Nase, liess seine Greifbewegung unterdrücken und näherte, während er jenes Stückchen scharf fixirte, weit von rechts oder von links her ein zweites Mohrrübenstückchen. Fand diese Annäherung von der linken Seite des Affen her statt, so griff derselbe, sobald nur überhaupt ein Bild des zweiten Mohrrübenstückes auf seinen Retinae entstand, sofort zu und nahm das Stück ab. Dagegen musste ich von der rechten Seite des Affen her das zweite Stück ganz dicht an das erste heranbringen oder oberhalb bezw. unterhalb des ersten Stückes bis an die Verticale führen, welche durch das erste Stück ging, damit der Affe das zweite Stück bemerkte und nach ihm griff. Ob beide Augen offen waren, oder ob das rechte oder das linke Auge verklebt war, stets war das Ergebniss des Versuches dasselbe; und es trat auch in den fünf Wochen, während welcher ich den Affen beobachtete, keine Aenderung ein. An einem zweiten Affen, welchem ich die Rinde des rechten Hinterhauptslappens exstirpirt hatte, und den ich durch sieben Wochen nach der Operation prüfen konnte, war alles ebenso, nur dass statt der rechten die linke Gesichtsfeldhälfte fehlte. Der verticale Meridian, der durch die Mitte der Macula lutea oder die Fovea centralis geht, bildet demnach in jedem Auge die Grenzlinie, zu deren Rechten die Retina der rechten Sehsphäre, zu deren Linken sie der linken Sehsphäre zugehört.

Dass hinwiederum von jeder Sehsphäre bloss die laterale Hälfte

mit der gleichseitigen und die mediale Hälfte mit der gegenseitigen Retina verbunden ist, das ist uns bereits im vorigen Jahre bekannt geworden[112], wo ich damit und mit den Erfolgen der kleineren Läsionen des Hinterhauptslappens den Nachweis erbrachte, dass beim Affen im wesentlichen dieselbe Projection der Retinae auf die Rinde der Hinterhauptslappen besteht wie beim Hunde, nur dass die laterale Partie der Retina, welche der gleichseitigen Sehsphäre zugehört, beim Affen viel grösser als beim Hunde ist. Ich habe es indess nicht verabsäumt, auch an den neuen Affen noch viermal bloss eine seitliche Hälfte einer Sehsphäre zu exstirpiren, immer indem ich ungefähr die sagittale Halbirungslinie der convexen Fläche des Hinterhauptslappens als Grenze nahm; und stets habe ich wieder einseitige Hemiopie erhalten, des gleichseitigen Auges, wenn die laterale Hälfte, des gegenseitigen Auges, wenn die mediale Hälfte der Sehsphäre entfernt war, während keinerlei Sehstörung des zweiten Auges bestand. In allen diesen Fällen habe ich dann weiter, nachdem die Wunde einige Zeit vernarbt war, noch die mit derselben Retina verknüpfte Hälfte der zweiten Sehsphäre exstirpirt, aber nur in einem Falle ist es mir geglückt, den Affen längere Zeit am Leben zu erhalten: dieser Affe, welchem die laterale Hälfte der linken und die mediale Hälfte der rechten Sehsphäre entfernt waren, war auf dem linken Auge so gut wie blind, er sah nur sehr schlecht mit der äussersten lateralen Partie der linken Retina, und das Sehen mit dem rechten Auge bot gar keine Abnormitäten dar.

Es ist danach nicht zu glauben, was Hr. L. Mauthner[113] meint und sogar als unzweifelhaft hinzustellen nicht Anstand nimmt, dass beim Menschen das gekreuzte und das ungekreuzte Faserbündel des Opticus nicht an räumlich getrennten Orten der Rinde ihren Ursprung nehmen, sondern die Ursprungsfasern und Ursprungszellen beider Bündel untereinandergewürfelt, durcheinandergemischt liegen. Da bei den verschiedenen Säugethieren schon die Leber, die Nieren, die Speicheldrüsen u. dgl. m. durchaus nicht vollkommen gleich gebaut sind und die Leber verschiedene Galle bereitet, die Nieren verschiedenen Harn abscheiden u. s. w., so liessen sich erst recht an der Sehsphäre Verschiedenheiten erwarten, und solche haben sich ja auch schon in der Verbindung derselben mit den Retinae herausgestellt. Aber wie die Leber doch im Princip überall von gleichem Baue ist, ebenso die Niere, und wie die erstere doch überall Galle bereitet, die letztere doch überall Harn abscheidet, so ist es auch nur anzunehmen, dass der Bau der Sehsphäre und ihre groben Leistungen, die ausschliesslich bisher Gegenstand der Untersuchung gewesen sind, bei den verschiedenen Säugethieren im Princip die gleichen sind. Erst auf die gewichtigsten Gründe hin würde daher ein Zweifel daran zulässig sein, dass die Projection der Retinae auf die Sehsphären, welche beim Hunde und beim Affen sich ergeben hat, auch beim Menschen besteht,

zumal da die Sehsphären des Menschen und des Affen sonst noch mehr übereinstimmen als die des Affen und des Hundes. Hr. Mauthner jedoch stützt seine Behauptung bloss auf einige wenige Fälle umschriebener homonymer Defecte, von welchen ein Theil unvollkommen beobachtet ist, ein anderer Theil ohne weiteres die entgegengesetzte Deutung zulässt, und welche sämmtlich infolge des Fehlens des Sectionsbefundes für ein sicheres Urtheil unbrauchbar sind. Gerade umgekehrt ist denn auch schon zu gleicher Zeit Hr. Wernicke, wie wir im November v. J. hier gehört haben[114], auf grund einer grösseren Anzahl genau beobachteter Defecte zu der Ueberzeugung gekommen, dass dieselbe Projection, wie beim Affen, auch beim Menschen sich findet.

Ueber die den Maculae luteae correspondirende Rinde habe ich nur wenige, aber recht interessante neue Erfahrungen gemacht. Ein Affe, welchem ich beiderseits die Rinde der convexen Fläche des Hinterhauptslappens soweit exstirpirt hatte, dass nur ein schmaler Streifen am vorderen und am äusseren Rande übrigwar, glotzte wie der seelenblind gemachte Hund und fixirte auch in der Folge nie mehr, sah dabei jedoch alles; erst als ihm ein Auge vernäht war, zeigte es sich, dass er von den vorgestreuten Mohrrübenstückchen manche übersah, aber bloss in einer ersten kurzen Zeit, denn später bewegte er den Kopf vielfach hin und her und nahm alle Stücke der Reihe nach auf. Zwei andere Affen, an welchen in demselben Rindenbereiche kleinere, beiderseits gleiche Exstirpationen von 12—15^{mm} Durchmesser ausgeführt waren, fixirten nach wie vor. In dem einen dieser Fälle, in welchem die Exstirpationsstelle ungefähr die Mitte der Convexität einnahm, liess sich gerade so, wie ich es früher immer gefunden hatte, die Sehstörung bloss dadurch constatiren, dass der Affe in den ersten Tagen einzelne Mohrrübenstücke übersah oder beim Zugreifen verfehlte. In dem anderen Falle aber, in welchem die Exstirpationsstelle mehr nach hinten und auch etwas mehr nach innen gelegen war, machte sich die Sehstörung höchst auffällig dadurch bemerklich, dass der Affe jedesmal, wenn ich ihm ein Mohrrübenstückchen vorlegte, den Kopf rasch hin und her nach rechts und nach links bewegte, gerade wie ein Mensch, der einen kleinen Gegenstand, den er fixirt, nicht deutlich genug sieht; am dritten Tage nach der Operation hatten diese eigenthümlichen Kopfbewegungen sehr an Umfang abgenommen, am vierten Tage hatten sie ganz aufgehört, und nichts liess dann mehr eine Sehstörung erkennen. Es zeigen diese Versuche, dass die mit den Maculae luteae verbundene Rinde weit über die Convexität der Hinterhauptslappen verbreitet und — anders vermag ich das letzte Ergebniss nicht zu deuten — die den Foveae centrales correspondirende Partie jederseits in der hinteren Hälfte der Convexität gelegen ist. Was beim Hunde sich ergeben hat[115], dass die Retinastelle des directen Sehens besonders gut in der Hirnrinde repräsentirt ist, einen verhältnissmässig

grossen Theil der Sehsphäre für sich in Anspruch nimmt, das trifft demgemäss, wie es scheint, auch beim Affen zu; nur lassen hier die unzureichende Kenntniss der Grenzen der Sehsphäre einerseits und die verwickelte Faltung der Rinde des Hinterhauptslappens andererseits die wünschenswerthe Sicherheit vorerst noch nicht gewinnen.

Ich bin endlich noch der Frage nachgegangen, ob von den centralen Elementen, in welchen die Opticusfasern enden, diejenigen, welchen identische Netzhautpunkte zugehören, durch eigene Commissuren- oder Associationsfasern mit einander verbunden sind. Existirten solche Fasern, so mussten sie an der Convexität jedes Hinterhauptslappens quer von einer Seite zur anderen nicht weit von der Oberfläche hinziehen, entweder noch im Rindengrau oder in der benachbarten weissen Substanz. Denn nicht nur weiss man, dass im allgemeinen im Grosshirn derartige Associationsfasern nahe der Oberfläche verlaufen und zwar desto näher derselben gelegen sind, je kürzer sie sind, je kleiner der Abstand der Elemente ist, zwischen welchen sie die Verbindung herstellen; sondern es zeigen auch die Durchschnitte durch den Hinterhauptslappen des Affen, dass hier infolge der Faltungen der Rinde überall an die 1—2^{mm} dicke graue Schicht nur eine weisse Schicht von kaum der gleichen Dicke anstösst. Demgemäss spaltete ich beide Hinterhauptslappen des Affen derart, dass ich an jedem Lappen einen 4—5^{mm} tiefen Schnitt senkrecht zur Oberfläche in der sagittalen Halbirungslinie der convexen Fläche oder dieser Linie parallel etwas mehr nach innen durch die ganze Länge der Convexität führte. Drei solche Versuche stellte ich an, und jedesmal war das Ergebniss dasselbe: der Affe sah nach der Verletzung so wie zuvor, und insbesondere, was jeden Gedanken an das Vorhandensein von Doppelbildern ausschloss, kaum dass er aus der Narkose erwacht war, ja noch halb in der Narkose und jederzeit später griff er nach dem kleinsten Mohrrübenstückchen immer mit derselben Sicherheit und fasste es mit derselben Feinheit wie vor der Verletzung. Damit ist von allen den Möglichkeiten, an welche seit Newton gedacht worden ist, wie es anatomisch begründet sein könne, dass die von zwei identischen Netzhautpunkten kommenden Erregungen zu einer einfachen Erregung, bezw. Empfindung verschmelzen, auch die letzte Möglichkeit — Johannes Müller's[116] Schleife zwischen den centralen Enden der beiden Opticusfasern, welche mit identischen Netzhautpunkten verknüpft sind — beseitigt; und so lehrt auch die Verfolgung der Sehsinnsubstanz, was längst schon Hr. v. Helmholtz[117] anderweitig aus Erscheinungen des binocularen Sehens erschlossen hat, dass von den beiden Retinae her doppelte Lichtempfindungen entstehen, und dass es nur den höheren Functionen der Sehsphären zuzuschreiben ist, wenn trotzdem mit beiden Augen einfach gesehen wird. Selbst dass die identischen Netzhautpunkte mit derselben Grosshirnhemisphäre verbunden und derselben Sehsphäre zugeordnet

sind, kann mit dem binocularen Einfachsehen nichts zu schaffen haben. Denn nicht bloss findet sich jene Verbindung bei Thieren mit kleinerem gemeinschaftlichen Gesichtsfelde, wie beim Hunde, nicht regelmässig wieder; es wird auch, wie mit beiden Augen einfach gesehen, so mit beiden Ohren einfach gehört, und doch sind, wie ich neulich nachwies[118], die peripherischen Endelemente jedes Acusticus einzig und allein mit den schallempfindenden centralen Elementen der gegenseitigen Hörsphäre verknüpft.

Anmerkungen.

[105] S. o. S. 105.

[106] Brain, Vol. 3. 1880. p. 419, 466. — Erlenmeyer's Centralbl. f. Nervenheilkunde, 1880. S. 393 (Mittheilung von Pierson).

[107] Vgl. Bechterew, Neurolog. Centralbl. 1884. S. 5 Anm. 3. — Luciani und Seppilli, Die Functions-Localisation auf der Grosshirnrinde. Deutsch von Fränkel. Leipzig 1886. S. 64.

[108] Brain, Vol. 1. 1879. p. 229. — Vgl. Functionen der Grosshirnrinde. Deutsch von Obersteiner. Braunschweig 1879. S. 218.

[109] S. o. S. 29, 51—2, 105—6.

[110] S. o. S. 105 Anm. **.

[111] Vgl. Horsley and Schäfer, Phil. Transact. of the R. Soc. of London, Vol. 179 (1888), B, p. 18—9; Schäfer, Brain, Vol. 11. 1889. p. 159. — Meine vorliegende Mittheilung war diesen Autoren offenbar entgangen.

[112] S. o. S. 106.

[113] Vorträge aus der Augenheilkunde, Heft 7—8 (auch gesondert erschienen unter dem Titel: Gehirn und Auge). Wiesbaden 1881. S. 464, 469—72.

[114] Verhandl. d. Berliner Physiolog. Ges., 1880/81. No. 2 u. 3, 4 u. 5; du Bois-Reymond's Arch. 1880, Supplementband S. 184; 1881. S. 171.

[115] S. o. S. 89.

[116] Lehrbuch der Physiologie, Bd. 2. Koblenz 1840. S. 382. — Joh. Müller hat sich übrigens durchaus nicht zu gunsten dieser Möglichkeit ausgesprochen.

[117] Handbuch der physiologischen Optik. Leipzig 1867. S. 802.

[118] S. o. S. 119.

Zehnte Mittheilung.

(Vorgetragen in der Sitzung der Physiologischen Gesellschaft zu Berlin am 14. October 1881.)*

In einer vorgestern mir zugegangenen Abhandlung theilen die HH. Bubnoff und Heidenhain** mit, dass Reizung derselben Grosshirn-Rindenstelle je nach der Intensität des angewandten Stromes Erregung des motorischen Apparates hervorruft oder eine vorhandene Erregung beseitigt. Ob in derselben Rindengegend einerseits motorische Ganglienzellen, andererseits hemmende vorhanden sind und bei stärkerer Reizung die Wirksamkeit der ersteren, bei schwächerer die Wirksamkeit der letzteren in den Vordergrund tritt, oder ob innerhalb der gleichen Ganglienzellen durch Reizung verschiedener Intensität Vorgänge verschiedener Art ausgelöst werden, lassen sie dahingestellt. Jedenfalls, meinen sie, laufen im Gehirne bei der centralen Innervation neben den eigentlichen Erregungsvorgängen andere Vorgänge hemmender Natur ab, und wird durch die relative Intensität der letzteren die zeitliche Dauer und die räumliche Ausbreitung der Erregung bestimmt. Auch sehen sie sich zu der theoretischen Vorstellung geführt, dass die sensible Reizung jedesmal diejenigen Vorgänge in der Ganglienzelle in höherem Grade verstärkt, welche im Augenblicke weniger entwickelt sind: in der ruhenden Ganglienzelle die der Erregung, in der thätigen die der Hemmung zugrundeliegenden Processe; so dass der jedesmal bestehende Zustand der Zelle aufgehoben und in den gegentheiligen verwandelt wird. Ferner ist in einer Abhandlung, welche ich gestern erhielt, Hr. Adamkiewicz*** auf grund pathologischer Erfahrungen zu den Schlüssen gekommen, dass ein Tonus, d. h. eine fortwährende schwache Innervation aller Muskeln vom Centrum aus existirt, dass dieser Tonus eine automatische Hirnfunction ist, und dass der Tonus die Willensfunction und die Willensfunction den

* Verhandlungen der Physiologischen Gesellschaft zu Berlin, 1881/82. No. 1 (ausgegeben am 21. October 1881); du Bois-Reymond's Arch. 1881. S. 553.

** Pflüger's Arch. Bd. 26. 1881. S. 137.

*** Zeitschr. f. klinische Medicin, Bd. 3, Heft 3.

Tonus hemmt. Alle diese Angaben, deren keiner ich mich hier anschliessen will, streifen so nahe an ein Gebiet meiner eigenen Untersuchungen heran, dass es mir wünschenswerth erscheint, einige sehr einfache und dabei bedeutungsvolle Versuche, die Beziehung der Erregung zur Hemmung betreffend, zu veröffentlichen, Versuche, auf welche ich schon vor langer Zeit unmittelbar durch meine im Jahre 1861 mitgetheilten Herz-Versuche geführt worden bin[119].

Für das Verständniss der Versuche muss ich an folgendes erinnern. Am Froschherzen ist das automatische Ganglion im Sinus das primum movens der Herzthätigkeit, und die von ihm ausgehende Erregung der Scheidewand-Nerven führt die Contraction der Vorhöfe und, mittelbar durch die Erregung der nicht automatischen Ventricularganglien, die Contraction des Ventrikels herbei. Sind durch eine kleine Oeffnung in der Vorhofswand die Ventricularganglien entfernt worden, so betheiligt sich der Ventrikel nicht mehr an den Pulsationen, welche Sinus und Vorhöfe allein in der bisherigen Weise fortsetzen. Hat man an einem Herzen die Vorhöfe dicht am Sinus durchschnitten, so schlägt nur der Sinus fort, und die anderen Herztheile verharren, wenn alle Reize ferngehalten sind, dauernd in Diastole. Reizt man an solchem Herzen ohne Sinus die ruhenden Herztheile mechanisch durch einmaliges Aufstossen mit der Nadel oder Sonde, so erhält man eine einzelne Pulsation in der Reihenfolge Vorhöfe—Ventrikel, wenn man eine Stelle der Vorhöfe, in der Reihenfolge Ventrikel—Vorhöfe, wenn man eine Stelle des Ventrikels getroffen hat. Trifft man aber mit dem Stosse die Mitte der Ventriculargrenze, so tritt eine ganze Reihe zuerst sehr frequenter und mit der Zeit an Frequenz abnehmender* Pulsationen ein, bei welchen Vorhöfe und Ventrikel gleichzeitig sich zu contrahiren beginnen; eine solche Reihe kann weit über 100 Pulsationen umfassen und dauert meist mehrere (bis über 10) Minuten an. Man hat im letzteren Falle durch den Stoss unmittelbar die Ventricularganglien erregt, welche nach den sonstigen Reizungen bloss den Uebergang der Pulsation von den Vorhöfen auf den Ventrikel und umgekehrt vermittelt haben, und dieselben so erregt, dass sie eine Zeit lang automatischen Ganglien ähnlich sich verhalten. Hat man an einem Herzen ohne Sinus durch eine kleine Oeffnung in der Vorhofswand die Ventricularganglien ausgeschnitten, so ge-

* R. Marchand (Pflüger's Arch. Bd. 18. 1878. S. 513) hat an meiner Angabe, dass die Intervalle der Pulsationen zunehmen, verbessert, dass zwischen der ersten und zweiten Contraction meist eine merklich längere Zeit vergeht, als zwischen den zunächst folgenden Contractionen. Das ist ganz richtig, verstand sich aber von selbst, da ausser den Ventricularganglien auch der Ventrikel selbst mechanisch gereizt wird und bei Reizung des Ventrikels nicht die lange Latenzzeit ins Spiel kommt, welche von altersher bei Reizung von Ganglien bekannt ist. — Auch heute beschränke ich mich überall auf die Angabe der gerade wesentlichen Erfolge der Versuche.

lingen alle jene Reizversuche nicht mehr, und es folgt dem jedesmaligen Angriffe bloss eine Contraction des getroffenen Herztheiles.

Ich komme nun zu den neuen Versuchen. Führt man die einfache mechanische Reizung der Mitte der Ventriculargrenze, welche am Herzen ohne Sinus unfehlbar die eigenartige Reihe von Pulsationen nach sich zieht, am Herzen mit Sinus aus, so kommt es höchstens zu einer ausserordentlichen Contraction des getroffenen Ventrikels, sonst pulsirt das Herz in jeder Hinsicht wie bisher weiter. Führt man an einem Herzen durch Tetanisiren des Vagus oder auch des Sinus den Stillstand aller seiner Theile in Diastole herbei, und nimmt man dann während dieses Stillstandes die einfache mechanische Reizung der Mitte der Ventriculargrenze vor, so kommt es zu der Reihe von Pulsationen gerade so wie am Herzen ohne Sinus. Unterbricht man in solchem Falle das Tetanisiren, sobald die Reihe der Pulsationen begonnen hat, so setzen sich diese Pulsationen für die kurze Dauer der Nachwirkung des Tetanisirens fort; aber entweder schon mit der ersten Contraction des Sinus, nachdem eine wenig längere Pause vorhergegangen, oder jedenfalls mit einer der allernächsten Contractionen des Sinus, nachdem bis dahin die Herztheile unregelmässig pulsirt haben, tritt wieder die ganz normale Pulsation des Herzens ein. Es lehren diese Versuche folgendes: Zwischen motorischen und Hemmungs-Centren, zwischen motorischen und hemmenden Nerven besteht kein Unterschied; es sind Centren (functionell zusammengehörige Ganglienzellen-Gruppen), von welchen aus, und Nerven, durch welche hindurch bloss die peripherisch, d. h. in der Richtung zu den Muskeln hin sich fortpflanzende Erregung Wirkungen entfaltet. In einem System functionell zusammengehöriger motorischer Centren führt die vom oberen (von den Muskeln entfernteren) Centrum zu dem unteren (den Muskeln näheren) Centrum gelangende Erregung die Thätigkeit des unteren Centrums herbei, wenn dasselbe nicht selbständig thätig ist; verhindert aber den Eintritt selbständiger Thätigkeit des unteren Centrums und hebt sogar solche Thätigkeit, wenn sie schon vorhanden ist, auf. Das untere Centrum hat keinen Einfluss auf das obere Centrum.

Sehr schön wäre es, liesse sich für den letzten Versuch der mechanische Reiz durch den elektrischen ersetzen; man brauchte dann nur tetanisirende Inductionsströme für eine Weile das Herz von der Basis zur Spitze hin durchsetzen zu lassen. Aber sowohl bei meinen eigenen Versuchen wie bei denjenigen des Hrn. J. Scherhey*, den ich gerade deshalb die Folgen der elektrischen Reizung des Herzens in meinem Laboratorium nochmals untersuchen liess, sind am Herzen ohne Sinus die der Ventricularganglien-Reizung zuzuschreibenden Pulsationen von Vor-

* du Bois-Reymond's Arch. 1880. S. 258. (Zur Lehre von den Herzinnervationen. Inaug.-Diss. Berlin 1880.)

höfen und Ventrikel, welche der Unterbrechung der tetanisirenden Ströme noch unmittelbar nachfolgen, immer nur von kleiner Anzahl und geringer Dauer gewesen. Vielfache Variationen der Stromstärke und der Richtung der Durchströmung, welche ich versuchte, haben mich wohl manchmal eine überzeugende, doch keine beweisende Form des Versuches am ganzen Herzen gewinnen lassen.

Ich bin damit eigentlich am Schlusse meiner Mittheilung angelangt; doch will ich die Gelegenheit benutzen, in Rücksicht auf das allgemeine Interesse der Sache noch Antwort auf eine Frage zu geben, welche offenbar an mich zu allererst gerichtet worden ist.

Die HH. Bubnoff und Heidenhain kommen a. a. O. S. 186 auf meine Auffassung zu sprechen, dass es bei Einleitung von Bewegungen von der Grosshirnrinde aus allein Bewegungsvorstellungen sind, welche in der Rinde entstehen, und dass mit dem Entstehen einer Bewegungsvorstellung in einer bestimmten Grösse eo ipso die betreffende Bewegung gesetzt ist, wenn nicht anderswoher eine Hemmung erfolgt[120]. Diese Auffassung, sagen sie, „scheint uns an den Ergebnissen unserer Reizversuche zu scheitern. Denn wir haben ja mitgetheilt, dass elektrische Reizung der gleichen Rindenstelle, je nach ihrer Intensität, Bewegung hervorrufen oder einen irgendwie anders eingeleiteten Bewegungszustand aufheben könne. Soll im ersteren Falle der elektrische Reiz die Vorstellung der Bewegung, im zweiten Falle die Vorstellung der Ruhe erwecken? Man wird schwerlich den Muth haben, diese Frage mit einem „Ja“ zu beantworten.“

Nun kann ich einfach „Ja“ allerdings nicht sagen, schon deshalb nicht, weil ich auch hier nicht aus der Zurückhaltung heraustreten mag, welche ich hinsichts der Vorstellungen über die Folgen der elektrischen Rindenreizung bisher beobachtet habe. Aber ich kann doch eine Antwort geben, welche an Gewicht dem fraglichen „Ja“ nicht nachstehen wird. Ich werde zeigen, dass, was die HH. Bubnoff und Heidenhain dort als die Ergebnisse ihrer Reizversuche hinstellen, nicht aus diesen Versuchen folgt, und dass ihre wirklichen Ergebnisse nicht in Widerspruch zu meiner in Rede stehenden Auffassung treten.

Die hierhergehörigen Versuche der HH. Bubnoff und Heidenhain sind an morphinisirten Hunden angestellt, bei welchen alle Muskelactionen des Thieres tonischer Natur wurden; ein solcher Grad der Narkose war für die Beobachtungen, um welche es sich handelt, erforderlich. Es hatte sich gezeigt, dass in gewissen Fällen jenes Tonischwerden jeder Muskelcontraction nach Fortnahme der Rinde aufhörte, in anderen Fällen nicht, so dass „sowohl die motorischen Apparate der Rinde, als die der tieferen Hirntheile in jenen eigenthümlichen Zustand gerathen sein konnten, bei welchem vorübergehende Einwirkungen dauernde Erregung erzeugen“. An solchen Hunden nun stellte es sich heraus, dass die durch stärkere

elektrische Reizung einer Rindenstelle herbeigeführte Contractur, während sie sonst höchstens allmählich nachliess, infolge einer erheblich schwächeren oder kürzeren elektrischen Reizung derselben Rindenstelle plötzlich nachliess und danach meist in dem nunmehrigen geringeren Grade bestehen blieb, nur manchmal wieder etwas anwuchs. Diese Erfahrungen sind ausführlich erörtert und mit Beispielen belegt. Dagegen heisst es nur am Eingange der Darlegung (S. 181): „wurde auf irgend eine Weise, *sei es auf dem Wege des Reflexes*, sei es durch stärkere elektrische Reizung des Rindencentrums für das Vorderbein, anhaltende Zusammenziehung unseres Versuchsmuskels hervorgerufen, so liess sie sich *durch erheblich schwächere Reizung derselben Rindenstelle* aufheben, entweder schon bei der ersten Reizung vollständig, oder durch wiederholte Reizungen absatzweise“; und weiter wird der Fall der reflectorischen Contractur gar nicht behandelt. Da nun von einer „erheblich schwächeren Reizung derselben Rindenstelle“ doch nur dann die Rede sein kann, wenn eine Reizung der Rindenstelle schon voraufgegangen ist; und da ferner die allein entscheidende Beobachtung, dass im Falle einer reflectorischen Contractur schon die erstmalige elektrische Reizung der Rinde, wenn sie nur schwach ist, die Contractur aufhebt, durchaus fehlt[121]: so beschränken sich die Erfahrungen der HH. Bubnoff und Heidenhain in der Wirklichkeit auf die Erfolge wiederholter elektrischer Reizung derselben Rindenstelle. Es fehlt aber auch weiter noch der wichtigste Versuch, wenn die Abhängigkeit der Zu- und Abnahme der Contractur von der Stromintensität bewiesen werden sollte, der naheliegende Versuch mit abwechselnd starker und schwacher elektrischer Reizung, so dass die Contractur abwechselnd wuchs und abnahm[121]; Text und Tafeln lehren nur Versuche kennen, bei welchen zuerst starke Reizungen die Contracturen herbeiführten oder verstärkten, dann schwache Reizungen die Contracturen schwächten. Die HH. Bubnoff und Heidenhain haben also nicht gezeigt, wie sie meinen, „dass elektrische Reizung der gleichen Rindenstelle, je nach ihrer Intensität, Bewegung hervorrufen oder einen irgendwie anders eingeleiteten Bewegungszustand aufheben könne“; sondern sie waren danach bloss zu sagen berechtigt, dass eine nachfolgende schwächere elektrische Reizung eine Bewegung aufheben könne, welche eine vorherige stärkere elektrische Reizung hervorgerufen hat.

Den Gegensatz scharf hervortreten zu lassen, habe ich eben noch die Ausdrucksweise der HH. Bubnoff und Heidenhain beibehalten; aber dieselbe ist zu verwerfen, da sie zu Missverständnissen Anlass giebt und schon jene Herren selber zu Täuschungen geführt hat. Weil durch die elektrische Reizung der Rinde die Muskelcontractur das eine Mal hervorgerufen, das andere Mal aufgehoben werden sollte, nehmen die HH. Bubnoff und Heidenhain ohne weiteres zwei Vorgänge an, einen

Erregungs- und einen Hemmungsvorgang, welche entweder jeder für sich in motorischen und hemmenden Ganglienzellen oder auch beide in derselben Ganglienzelle statthaben sollen. Sie haben aber dabei übersehen, dass es doch nur um einen einzigen Vorgang sich zu handeln braucht, den Erregungsvorgang. Denn nichts steht der Annahme entgegen, dass die, wie gerade die Contractur anzeigt, in abnormer Erregung befindlichen Ganglienzellen der Rinde durch das Hinzukommen der neuen Reizung ermüdet, erschöpft, functionsunfähig werden und allein deshalb die Contractur sich löst, weil die fernere Anregung von der Rinde her schwächer ist oder gar ausbleibt. Und nicht bloss ordnen sich alle Beobachtungen der HH. Bubnoff und Heidenhain, wie ich sehe, gut dieser Annahme unter, sondern dieselbe wird sogar noch besonders dadurch gestützt, dass die Rinde nach den schon bei den ersten Reizversuchen gemachten Erfahrungen als leicht erschöpfbar bekannt ist. Jedenfalls also — darauf kommt es zunächst an — lehren die Versuche der HH. Bubnoff und Heidenhain auch das nicht, dass die Bewegung das eine Mal hervorgerufen und das andere Mal aufgehoben oder beseitigt wird; sondern sie zeigen nur, dass die Bewegung das eine Mal hervorgerufen wird, das andere Mal nachlässt oder aufhört.

Dazu nun noch die besonderen Bedingungen genommen, unter welchen allein die Versuche gelangen, so ist das Ergebniss der hierhergehörigen Versuche der HH. Bubnoff und Heidenhain dahin auszusprechen: dass an morphinisirten Thieren, bei welchen alle Muskelactionen tonisch werden, die durch stärkere elektrische Reizung einer Rindenstelle hervorgerufene Contractur infolge einer weiteren schwächeren elektrischen Reizung nachlässt oder aufhört.

Bei derart morphinisirten Thieren die Bewegungsvorstellungen überhaupt behandeln, vollends auf grund der Erscheinungen, welche die elektrische Reizung der Rinde nach sich zieht, meine Auffassung von den normalen Bewegungsvorstellungen bekämpfen zu wollen, wird jedem ein unmögliches Beginnen scheinen. Das haben denn auch die HH. Bubnoff und Heidenhain nicht gethan; sondern sie übertragen die am derart morphinisirten Thiere gewonnenen Versuchsergebnisse auf das normale Thier, ohne auch nur ein Wort darüber zu verlieren, ohne zu bedenken, dass beim normalen, ja selbst bei dem gut narkotisirten Thiere niemand, auch sie selber nicht, eine andere Folge der elektrischen Reizung der Rinde bisher gesehen hat, als dass Bewegungen entstehen. Solchen Sprung kann ich nicht mit ihnen machen [122]; aber wollte jemand ihnen folgen, es gehörte nur eine zweite und sogar viel geringere Kühnheit dazu, dann auch mit den Bewegungsvorstellungen sich zurechtzufinden. Denn wie wir oben die Versuchsergebnisse analysirt haben, liesse sich sagen, dass, wo infolge starker Reizung der Rinde mit deren Erregung die Bewegungsvorstellung andauert, infolge einer weiteren

schwachen Reizung der Rinde, wiederum mit deren Erregung, die Bewegungsvorstellung erlischt.

Meine Auffassung von den Bewegungsvorstellungen wird nach alledem durch die Versuche der HH. Bubnoff und Heidenhain gar nicht berührt, geschweige denn erschüttert. Aber die Sache hat schliesslich noch eine andere Seite, die Beachtung verdient. Nicht genug, dass sie die Ergebnisse der elektrischen Reizungen, welche sie am eigenartig morphinisirten Thiere erhielten, für das normale Thier gelten lassen, vollziehen die HH. Bubnoff und Heidenhain noch einen zweiten und nicht minder bedenklichen Sprung, indem sie jene Ergebnisse auch für das Verständniss der willkürlichen Hemmung verwerthen. Wie der Eingang des § 6 (S. 181) lehrt, haben sie gerade im Hinblick auf solchen Zweck die besprochenen Versuche angestellt; und was sie damit erreicht zu haben glauben, wird folgende Stelle (S. 194) lehren: „Aber auch innere Einflüsse,“ sagen sie, „sind es, welche die Intensität der (centralen) Hemmungsvorgänge bestimmen. Denn es ist wohl keine Frage, — die eigene Erfahrung eines Jeden hat darüber längst entschieden, wennschon bisher die Grundlage zu einer physiologischen Deutung der Erscheinungen fehlte — dass der Wille, wie er motorische und sensorische Erregungen herbeizuführen, so auch hemmende Einwirkungen auf jene Erregungszustände auszuüben vermag. Mit dem objectiven Nachweise der Hemmungsvorgänge in den motorischen Hirncentris ist eine Grundlage für das Verständniss dieser alltäglichen Thatsache gewonnen. Bei dem morphisirten Hunde versetzt eine bestimmte (stärkere) Reizung des Vorderbeincentrums den Zehenstrecker in anhaltende Zusammenziehung, eine andersartige (viel schwächere) Reizung desselben Centrums löst sofort den Krampf. Ein positiver Impuls also, nicht bloss ein Aufhören desjenigen Reizes, welcher die Zusammenziehung veranlasst hat, ist es, welcher die vorhandene Erregung beendet. Wer seinen erhoben gehaltenen Arm fallen lässt, gebietet dem thätigen Centralheerde im Hirn durch seinen Willen plötzlich ein Halt, indem er die Hemmung anschwellen lässt. Willensanstrengung ist ferner im Stande, die Wirksamkeit reflectorischer Reize aufzuheben: der Wille lässt die Hemmungen spielen und überwindet dadurch die Erregungen.“

Aber die HH. Bubnoff und Heidenhain befinden sich sehr im Irrthume. Als ich in den Jahren 1876—78 die Grosshirnrinde zunächst im groben auf ihre Functionen durchmusterte, habe ich begreiflich auch an die willkürliche Hemmung der Bewegung gedacht; doch habe ich mich gar nicht gewundert, als auch ich, wie die anderen vor mir, durch Reizung der Rinde bloss Muskelthätigkeit herbeizuführen, nicht solche aufzuheben vermochte. Denn die Beobachtung an uns selbst lehrt, dass unsere willkürlichen Bewegungen nicht anders ein Ende nehmen als entweder dadurch, dass die willkürliche Anregung zu der ins Auge ge-

fassten Bewegung aufhört, oder dadurch, dass neben dieser ersten Anregung noch eine zweite willkürliche Anregung, und zwar zu der functionell entgegengesetzten oder antagonistischen Bewegung eintritt. Wo das letztere geschieht, sprechen wir von willkürlicher Hemmung der willkürlichen Bewegung. Diese ist mithin als antagonistische, d. h. auf dem Erregt- oder Thätigwerden antagonistischer motorischer Apparate beruhende Hemmung wohl zu unterscheiden von der echten oder genuinen Hemmung — als deren Typus kann die Wirkung der Medulla oblongata durch den Vagus auf das Herz gelten —, bei welcher das Erregt- oder Thätigsein der der betrachteten Bewegung selber dienenden motorischen Apparate unterdrückt wird. Ich habe aber auch noch weiter durch Hrn. Schlösser* in meinem Laboratorium die Hemmung der Reflexbewegungen untersuchen lassen, und es ergab sich, dass nicht bloss die willkürlichen Reflexhemmungen, von welchen man es schon lange wusste, sondern auch alle anderen der Prüfung zugänglichen Hemmungen der Reflexbewegungen willkürlicher Muskeln durchaus antagonistische Hemmungen sind. Nirgend also haben willkürliche Hemmungen mit genuinen Hemmungen etwas zu schaffen[123], und die Grosshirnrinde hat immer und ausschliesslich, soll Bewegung willkürlich entstehen oder vergehen, nur die Erregung motorischer Apparate hervorzurufen, nie solche Erregung aufzuheben. Habe ich zuerst gezeigt, wie es keineswegs constatirt ist, dass die Grosshirnrinde infolge elektrischer Reizung eine genuine Hemmung herbeiführt, so sehen wir jetzt, dass, wäre auch eine genuine Hemmung von seiten der elektrisch gereizten Grosshirnrinde constatirt, solche Hemmung doch nicht als die willkürliche Hemmung unter den normalen Functionen der Grosshirnrinde Platz finden könnte.

Anmerkungen.

[119] Vgl. Tageblatt der 36. Naturforscher-Versammlung in Speyer 1861. S. 46; du Bois-Reymond's Arch. 1878. S. 569.

[120] S. o. S. 40, 48.

[121] Bemerkungen zu meiner vorliegenden Mittheilung, welche Heidenhain bald danach veröffentlicht hat (Pflüger's Arch. Bd. 26. 1881. S. 546), führen aus, dass Bubnoff und Heidenhain die beiden Beobachtungen bezw. Versuche, welche ich hier vermisst habe, wohl gemacht, aber ihre besondere Darlegung in den Tafeln, bezw. im Texte für überflüssig gehalten haben. Dass man in letzterer Hinsicht anderer Ansicht sein konnte, hat die Erfahrung gezeigt. Und erst recht kann ich es nicht zugeben, dass ich angesichts des Bubnoff-Heidenhain'schen Versuches Fig. XII, bei welchem zuerst viermal hintereinander eine starke Reizung die Contractur wachsen und darauf viermal hintereinander eine schwächere Reizung die Contractur abnehmen liess, nicht auf den Ermüdungseinwand hätte verfallen dürfen, welchen man in der Folge oben im Texte findet. Dieser Einwand war ebenso be-

---

* du Bois-Reymond's Arch. 1880. S. 303.

rechtigt, wie er am nächsten lag; und ich würde noch andere naheliegende Einwände heranholen, ehe ich mich zu der Heidenhain'schen Annahme verstände, dass bei der elektrischen Reizung der Rinde zwei Vorgänge, ein Erregungs- und ein Hemmungsvorgang, entweder jeder für sich in motorischen und hemmenden Ganglienzellen oder auch beide in derselben Ganglienzelle statthaben.

[122] Auch jetzt noch nicht würde ich den Sprung wagen, nachdem Heidenhain in seinen „Bemerkungen" (s. o. Anm. 121) sein Vorgehen zu erläutern versucht hat. Denn anderswoher ist es mir nicht bekannt, dass das Morphium in einer gewissen Dosis „das relative Verhältniss der erregenden *und hemmenden* Vorgänge *in der Ganglienzelle* zu Ungunsten der letzteren ändert"; und dass durch die Bubnoff-Heidenhain'schen Beobachtungen jene beiden Vorgänge an dem morphinisirten Thiere erweisbar sind, das kann ich eben nicht zugeben. — Ich bemerke beiläufig, dass Heidenhain's Angabe, er habe sich über die meisten der Bubnoff-Heidenhain'schen Beobachtungen um Ostern 1881 hier ausführlich mit mir unterhalten, mich zur Zeit aufs höchste überraschen musste, da ich nicht das geringste davon wusste. Obwohl von irgendeiner Prioritätsfrage zwischen Heidenhain und mir schon an sich nicht die Rede sein konnte und ganz gewiss nicht nach den Eingangsworten meiner vorliegenden Mittheilung, so habe ich mich doch damals um die Aufklärung der räthselhaften Angabe bemüht und ermittelt, dass eine Verwechselung vorlag, indem die Unterhaltung Heidenhain's über Hirnversuche mit Christiani geführt worden war, der Heidenhain damals zum Zeugen seiner mir widersprechenden Erfahrungen am grosshirnlosen Kaninchen gemacht hatte (vgl. auch du Bois-Reymond's Arch. 1884. S. 469). Meines Wissens habe ich überhaupt nicht vor dem Jahre 1883 das Vergnügen einer wissenschaftlichen Unterhaltung mit Heidenhain gehabt.

[123] Zwar nicht Schlösser's Versuchsergebnissen, durch welche dem vernachlässigten Antagonismus bei der Hemmung sein Recht verschafft wurde, wohl aber Schlösser's Ausführungen bezüglich der willkürlichen Hemmung und ebenso meinen vorliegenden Bemerkungen ist von mehreren Seiten widersprochen worden (Heidenhain a. a. O., s. o. Anm. 121; Gad, du Bois-Reymond's Arch. 1881. S. 566; Wegele, Verhandl. der Physik.-medic. Ges. zu Würzburg, N. F. Bd. 17 No. 1; Luchsinger, Pflüger's Arch. Bd. 27. 1882. S. 190; Gad u. Orschansky, du Bois-Reymond's Arch. 1887. S. 363). Dabei hat man einige der herangezogenen Hemmungen nicht mit Recht gegen uns geltend gemacht, wie z. B. den Athemstillstand infolge von Trigeminusreizung oder Lungendehnung, bei welchem, wie Gad und Wegele gezeigt haben, die genuine Hemmung eine wesentliche Rolle spielt; denn hier haben wir allerdings eine reflectorische Hemmung, jedoch nicht die Hemmung einer Reflexbewegung, und zudem würde man in den Athemmuskeln, insoweit sie an der unwillkürlichen Athmung betheiligt sind, gar nicht willkürliche Muskeln zu sehen brauchen. Für andere Fälle erkenne ich gern an, dass eine antagonistische Hemmung nicht nachweisbar ist oder überhaupt nicht vorliegt. Aber darum habe ich für diese Fälle doch nicht zuzugeben, dass die Hemmung eine genuine ist. Denn ich habe oben im Texte den Fehler begangen, dass ich der genuinen Hemmung bloss die antagonistische gegenüberstellte, während, wie die allgemeinen Betrachtungen der Schlösser'schen Abhandlung lehren, noch andere Arten der Hemmung möglich sind. Ich gedenke auf den Gegenstand, der sich nicht kurz erledigen lässt, an anderer Stelle zurückzukommen.

Elfte Mittheilung.

(Gelesen in der Gesammtsitzung der Königl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin am 20. Juli 1882.)*

1. Einleitung.

Als in der Reaction gegen Gall's Organologie der Versuch und die pathologische Erfahrung übereinstimmend dargethan hatten, dass die intellectuellen Fähigkeiten (Vorstellen, Erinnern, Denken) an jeder Stelle der Oberfläche der Grosshirn-Hemisphären durch Verletzung geschädigt werden können, sah man allgemein die Intelligenz als an das ganze Grosshirn geknüpft an.** Von einer ausschliesslichen oder selbst nur besonders engen Beziehung der Vorderlappen des Grosshirns zur Intelligenz wusste fortan lange Zeit hindurch weder Physiologie noch Pathologie, und bloss ausserhalb der Wissenschaft behielt der Stirntheil des Grosshirns seine hohe Bedeutung weiter bei. Aber neuerdings ist der Glaube an jene Beziehung in der Physiologie wieder aufgelebt in Verbindung mit der Entwickelung, welche die Fritsch-Hitzig'schen Entdeckungen vom Jahre 1870 für die Lehre von der Grosshirnrinde mit sich brachten.

Wiederum sehen wir Hrn. Hitzig*** an der Spitze stehen. Für die Scheitellappen des Grosshirns hatte er im Verein mit Hrn. Fritsch Beziehungen zu den Muskelbewegungen durch den Versuch aufgedeckt. In die Hinterhaupts- und Schläfenlappen hatte vorher Hr. Meynert die Endausbreitungen der Sinnesnerven anatomisch verfolgt. „Wenn man also", sagte Hr. Hitzig, „die sinnlichen Wahrnehmungen in die hinteren

---

* Sitzungsberichte der Berliner Akademie d. Wiss. 1882. S. 753 (ausgegeben am 27. Juli 1882).

** Vgl. Joh. Müller, Handbuch der Physiologie des Menschen. Bd. 1. 4. Auflage. Koblenz 1844. S. 729—30. — Longet, Anatomie und Physiologie des Nervensystems. Übersetzt von Hein. Leipzig 1847. Bd. I. S. 512—62. — Vulpian, Leçons sur la physiologie du système nerveux. Paris 1866. p. 706—20.

*** Untersuchungen über das Gehirn. Berlin 1874. S. 127—8; Zeitschr. f. Ethnologie, Bd. 6. 1874, Verhandl. d. Berliner Anthropolog. Ges. S. 46 7.

Regionen verlegen will, so bleibt für die höheren psychischen Thätigkeiten nur das Stirnhirn übrig, und es würde sich fragen, ob noch anderweitige Thatsachen existiren, welche die Localisation dieser Functionen an diesen Ort unterstützen." Solche Thatsachen sah er einmal darin, dass nach den pathologischen Erfahrungen über die Aphasie „die vorzüglichste menschliche Fähigkeit, die der selbständigen Sprachbildung, im Stirnhirn ihr Organ besitzt", und zweitens in der relativen Entwickelung des Stirnhirns bei den verschiedenen Thieren. „Die Intelligenz im höheren Sinne ist von Alters her in den Stirnlappen verlegt worden, und stets wurde mit dieser Vorstellung die Idee mächtigerer Entwickelung der Stirn und der unmittelbar von ihr bedeckten Organgruppen verknüpft . . . Vergleicht man (nun) mit dem Verhalten des Substrates die Lebensäusserungen desselben — die Seelenthätigkeiten, so scheint sich eine Parallele, wenn auch nur in grossen Zügen, fast von selbst aufzudrängen. Die geringe Entwickelung bei gleichwohl gut zu unterscheidender Anlage des Stirnlappens würde der mangelhaften Ausbildung höherer Seelenthätigkeiten beim Hunde wohl entsprechen; in absteigender Linie hat die viel weniger intelligente und bildungsfähige Katze bereits einen beträchtlich reducirten Stirntheil aufzuweisen." In aufsteigender Linie dagegen zeigen die niederen Affen „eine erheblich vorgeschrittene Anlage des Stirnhirns, wenn auch die Ausbildung desselben im höchsten Grade dürftig ist; (und) folgt man der Stufenleiter der Affen bis hinauf zu den Anthropoiden, so nimmt das Stirnhirn fortwährend an Masse und Gliederung zu." Kurz nachdem er sich so geäussert, hat dann Hr. Hitzig auch noch an Hunden Exstirpationen am Stirnhirn ausgeführt: „es erschien niemals irgend eine Functionsstörung, mochte die Verletzung ganz oberflächlich gewesen sein oder den Hirntheil in seiner ganzen Tiefe betroffen haben."* Dadurch fanden offenbar jene Anschauungen eine weitere Stütze, insofern es nie zu motorischen oder sensorischen Störungen gekommen war; und dass intellectuelle Störungen nicht bemerkt worden waren, durfte man vielleicht dem Umstande zuschreiben — Hr. Hitzig selber hat sich nicht darüber ausgesprochen —, dass solche Störungen beim Hunde zu schwer zu constatiren waren.

Etwa gleichzeitig war aber auch Hr. Ferrier, nur auf einem anderen Wege, zu einem entsprechenden Ergebnisse gelangt. Er hatte an Affen die Exstirpation beider Stirnlappen einen blödsinnartigen Zustand, eine ausgesprochene Schädigung der Intelligenz und der Fähigkeit zu aufmerksamer Beobachtung** herbeiführen sehen. Gesicht, Gehör, Ge-

---

* Reichert's und du Bois-Reymond's Arch. 1874. S. 402—9.

** Proceed. of the R. Soc. of London, Vol. 22. p. 230 (March 5, 1874); Vol. 23. p. 431 (May 13, 1875); Philos. Transact. 1875. Part II. p. 487.

schmack, Getast, Geruch und auch die Fähigkeit zu Willensbewegungen waren in voller Integrität erhalten, ebenso der Appetit, die Instinkte und die Fähigkeit zu Ausdrucksbewegungen. Aber eine entschiedene Alteration im Charakter und Benehmen der Thiere war zu bemerken. Statt dass sie wie zuvor sich für ihre Umgebung lebhaft interessirten und neugierig alles, was ihnen zur Beobachtung kam, betrachteten, blieben sie nun apathisch, stumpf oder schlaftrunken und antworteten bloss auf frische Reize, oder aber sie vertauschten diese Gleichgültigkeit mit Ruhelosigkeit und zwecklosem Hin- und Hergehen. Obwohl sie ihre Intelligenz nicht eingebüsst hatten, so schienen sie doch die Fähigkeit zu intelligenter und aufmerksamer Beobachtung verloren zu haben.* An die Stirnlappen müssten deshalb, meinte Hr. Ferrier, die Hemmungscentren, welche ihre Thätigkeit durch innere Änderungen in den motorischen Centren zur Erscheinung bringen, localisirt werden — als die physiologischen Substrate der psychologischen Fähigkeit der Aufmerksamkeit, mit welcher die Intelligenz und das Denken im geraden Verhältnisse sich entwickelt zeigen. Das Vermögen der Aufmerksamkeit und Gedankensammlung sei auch gering und unvollkommen bei Idioten mit mangelhafter Entwickelung der Stirnlappen; und Krankheiten dieser Theile seien besonders ausgezeichnet durch Blödsinn oder allgemeine geistige Degradation. Weiter seien die Frontalregionen nur klein oder rudimentär bei den niederen Thieren, deren Intelligenz und Reflexionskraft auch diesem Zustande angemessen sei. Dagegen sei die Entwickelung der Stirnlappen am vorgeschrittensten beim Menschen, der ja die höchste Intelligenz besitze; und nehme man zwei Menschen zum Vergleiche, so sei die höchste Intelligenz bei jenem vorhanden, welcher die grösste Ausbildung der Stirnlappen zeige. „Ich denke," so schloss Hr. Ferrier, „die Phrenologen haben guten Grund, die Reflexionsfähigkeit in die Stirngegend zu verlegen, und es ist in der That nicht unwahrscheinlich, dass die besondere Ausbildung bestimmter Punkte des Stirnhirns auch eine Anzeige von Concentrationskraft und intellectueller Leistungsfähigkeit in gewissen Richtungen abgebe."**

Ich unterschätzte den Werth dieser Ausführungen nicht, als ich wenige Jahre später bei meiner ersten Musterung der Grosshirnrinde auch die Stirnlappen des Hundes und des Affen in den Bereich der Untersuchungen zu ziehen hatte. Aber der vorurtheilsfreien Betrachtung stellten sich die Dinge ganz anders dar. Durch die Verstümmelung der Stirnlappen fand ich Bewegungsstörungen bedingt, beim Hunde des Rumpfes, beim Affen des Nackens und des Rumpfes; und nur auf dieser

---

* Philos. Transact. 1875. Part II. p. 440—1; The functions of the brain. London 1876. p. 231—2. (Übersetzt von Obersteiner. Braunschweig 1879. S. 256—8.)

** Functions etc. p. 287—8. (Übersetzung, S. 324—5.)

Grundlage boten sich intellectuelle Störungen dar, Störungen, welche im übrigen nicht grösser waren, als sie, jedesmal bloss in anderer Weise begrenzt, auch bei der Verstümmelung der anderen Grosshirnlappen sich ergeben hatten. Die Rinde des Stirnlappens war demgemäss der Fühlsphäre zuzurechnen, als welche ich vorher schon die Rinde des Scheitellappens erkannt hatte; und wie diese letztere die Armregion, die Beinregion, die Kopfregion u. s. w., so machte die erstere Rinde die Rumpf-, bezw. die Nacken-Rumpfregion der Fühlsphäre aus.*

Seitdem sind hierhergehörige Versuche noch von H. de Boyer** und von Hrn. Moolmann angestellt worden. H. de Boyer hat sich auf die Angabe beschränkt, dass die Zerstörung eines grossen Theiles des Stirnlappens an Hunden nicht von Bewegungsstörungen begleitet war. Über die Moolmann'schen Ergebnisse hat Hr. Goltz***, in dessen Laboratorium die Versuche ausgeführt worden waren, folgendermassen berichtet: „Die dauernden Störungen nach der Zerstörung eines Stirnlappens sind weit geringfügiger als die nach Eingriffen in anderen Abschnitten der grauen Rinde. Nach theilweiser Wegnahme des Stirnlappens sind die Folgen unbedeutend. Nach möglichst vollständiger Wegnahme beider Stirnlappen sind die Störungen ähnlich denjenigen wie nach Operationen innerhalb des Scheitellappens.“ Damit sollte jedoch keinerlei Bestätigung meiner Ermittelungen gegeben sein; denn Hr. Goltz lässt Verletzungen der Scheitellappen ebensowohl wie Verletzungen der anderen Lappen die verschiedenartigsten Störungen zugleich — Bewegungsstörungen und Sehstörungen und Hörstörungen und andere Störungen — zur Folge haben.

Öfter ist der Hitzig-Ferrier'schen Auffassung von den Functionen der Stirnlappen erneuter Ausdruck gegeben worden. In der Regel ist dies mehr beiläufig geschehen, so von Hrn. Richet†, H. de Boyer††, Hrn. Duret†††, Hrn. Grasset*† u. A.**† Nur Hr. Wundt***† hat

---

* S. o. S. 49, 55—9.

** Études cliniques sur les lésions corticales des hémisphères cérébraux. Paris 1879. p. 46.

*** Pflüger's Arch. Bd. 20. 1879. S. 38—9.

† Structure des circonvolutions cérébrales (anatomie et physiologie). Thèse d'agrégation. Paris 1878. p. 162—3.

†† L. c. p. 73—5.

††† Étude générale de la localisation dans les centres nerveux. Paris 1880. p. 76.

*† Des localisations dans les maladies cérébrales. 3me édit. Paris 1880. p. 116—7, 330.

**† Ich citire hier nur, was mir gerade in der letzten Zeit an Lesefrüchten zugefallen ist: Dumontpallier et Magnin, Compt. rend. de l'Acad. d. sc. T. 94. 1882. No. 2. — Althaus, Erlenmeyer's Centralbl. f. Nervenheilkunde, 1882. No. 7. — Mendel, Neurologisches Centralblatt, 1882. No. 11. S. 244.

***† Grundzüge d. physiologischen Psychologie. 2. Aufl. Leipzig 1880. Bd. 1. S. 216—21.

den Gegenstand eingehender behandelt. Nach ihm würde das Stirnhirn „das physiologische Substrat sein für gewisse an die höheren Entwicklungsformen des Bewusstseins gebundene Vorgänge“. Er fusst dafür besonders auf den pathologischen Erfahrungen am Menschen, nach welchen Verletzungen der Stirngegend, selbst wenn sie mit dem Verluste ansehnlicher Massen von Hirnsubstanz verbunden waren, ohne alle Störungen von seiten der Bewegungs- und Sinnesorgane verliefen, aber bleibende Störungen der geistigen Fähigkeiten und Eigenschaften — bald kindische intellectuelle Äusserungen, bald Abnahme des Gedächtnisses, bald Unfähigkeit die Aufmerksamkeit zu fixiren, bald gänzliche Willenlosigkeit — mit sich brachten. Damit stehe in Übereinstimmung, dass jene pathologischen Rückbildungen des Gehirns, welche die Herabsetzung der Intelligenz und des Willens im paralytischen Blödsinn begleiten, vorzugsweise die Stirnlappen betreffen. Endlich spreche noch für eine nähere Beziehung des Stirnhirns zu den geistigen Thätigkeiten, dass im allgemeinen in der Thierreihe die intellectuelle Entwickelung mit der Ausbildung des Vorderhirns gleichen Schritt hält, und dass beim Menschen vorzugsweise die Faltung des Vorderhirns ein Zeichen hervorragender Geisteskräfte zu sein scheint. Die Stirnregionen dürften danach als die Träger derjenigen physiologischen Vorgänge zu betrachten sein, welche die Apperception der Sinnesvorstellungen begleiten: die Sinneseindrücke würden so lange bloss zur Perception gelangen, als die centralen Erregungen auf die eigentlichen Sinnescentren beschränkt bleiben, dagegen würde ihre Erfassung durch die Aufmerksamkeit oder die Apperception stets mit einer gleichzeitigen Erregung von Elementen der Stirnregion verbunden sein. Die dominirende Bedeutung des Stirnhirns (des Organs der Apperception) würde darauf beruhen, dass seine Ausschaltung alle Apperceptions-Processe aufhebt, während die Beseitigung irgendeines anderen (Sinnes- oder Bewegungs-) Centrums immer nur einen Theil der Apperceptionen (die Ausschaltung z. B. des sensorischen Sprachcentrums die Apperception der Worte, nicht aber die von Gesichtsbildern und sogar von einfachen Schalleindrücken) unmöglich macht. Beachtet will aber noch sein, dass nach Hrn. Wundt „nach allen Erscheinungen, welche bei der Thätigkeit der Apperception sich darbieten, dieselbe durchaus zusammenfällt mit jener Function des Bewusstseins, welche wir mit Rücksicht auf die äusseren Handlungen als Willen bezeichnen“*; so

* Ebenda, Bd. II. S. 210. Vergl. auch S. 206, 211; Bd. I. S. 492. — Bd. I. S. 219—21 giebt Wundt noch eine durch ein Schema versinnlichte Hypothese über den die Apperception begleitenden physiologischen Vorgang; doch habe ich weder diese Hypothese noch mehrere andere die Apperception betreffende Ausführungen zu verstehen vermocht. Soviel ich sehe, ist Wundt hinsichts seiner „Apperception“ nicht zur Klarheit gekommen und hat darunter ganz verschiedene Vorgänge zusammengeworfen.

dass mit der Ausschaltung des Stirnhirns auch der Wille aufgehoben sein würde.

Indessen habe ich selber, da ich der ersten Musterung der Grosshirnrinde eine genauere Untersuchung derselben folgen liess, nicht bloss vielfach meine früheren Ergebnisse wiedererhalten, sondern ich habe auch weitere und vollkommenere Erfahrungen, die Stirnlappen betreffend, gewonnen. Das so gesammelte Material, das mir mehr als ausreichend erscheint, um die Functionen der Stirnlappen des vielen Hypothetischen zu entkleiden und der Rinde dieser Lappen die richtige Stellung innerhalb der ganzen Grosshirnrinde anzuweisen, will ich hier im Zusammenhange darlegen.

2. Exstirpationsversuche am Hunde.

Wo die Hemisphäre des Hundes, nachdem sie vom vorderen Ende aus allmählich an Breite gewachsen, plötzlich beträchtlich lateralwärts vorspringt, dringt zugleich medialwärts, und zwar schräg nach hinten zu, eine im Bogen mit der Convexität nach vorn verlaufende Furche tief in die Substanz ein und bildet, bis zur Falx verlängert gedacht, die gewissermassen natürliche Grenze zwischen Stirn- und Scheitellappen. Hr. Pansch* hat die Furche als vordere oder senkrechte Hauptfurche bezeichnet; ich will sie die Hauptstirnfurche nennen. Weniger willkürlich, als sonst die Grosshirnlappen, ist danach der Stirnlappen des Hundes als der schmale vor der Hauptstirnfurche gelegene Theil der Hemisphäre, natürlich ohne den Tractus und den Bulbus olfactorius, zu definiren.

Der grossen Oberfläche und geringen Breite gemäss enthält dieser Stirnlappen nur verhältnissmässig wenig weisse Substanz in der Gestalt etwa einer dünnen, von vorn nach hinten an Breite und Dicke wachsenden verticalen Scheibe, so dass hier, im Gegensatze zu den anderen Grosshirnlappen, von einer Entfernung der grauen Schale ohne Zerstörung des weissen Kerns nicht wohl die Rede sein kann. Deshalb und weil bei der tiefen Lage des Lappens die untere Hälfte desselben, wenn das Versuchsthier erhalten werden soll, sich nicht freilegen lässt, habe ich schon früher, statt die Rinde des Stirnlappens zu exstirpiren, diesen Lappen abgetrennt**. Ich führte dazu das Messer dicht vor dem vordersten Punkte der Hauptstirnfurche senkrecht zur Falx von oben nach unten durch den Stirnlappen; und ich hatte mit dem Operationsverfahren, wie ich es damals beschrieb, auch wenn beide Stirnlappen angegriffen wurden, die besten Erfolge, indem nicht bloss alle Thiere erhalten

---

* Morpholog. Jahrb. Bd. 5. S. 201 ff.

** S. o. S. 55—6; vergl. Fig. 3 S. 50.

blieben, sondern auch die reactive Entzündung immer sehr mässig war. Aber ich habe mich damit noch nicht zufrieden geben dürfen. Da die Hauptstirnfurche in einem nach vorn convexen Bogen verläuft und noch dazu nicht senkrecht zur Falx, sondern schräg nach hinten zu einschneidet, war die hinterste Partie des Stirnlappens nicht mit abgetrennt worden. Ausserdem hatte die Führung des Messers von oben nach unten es mit sich gebracht, dass immer die tiefste mediale Partie des Stirnlappens, bald nur in geringer, bald aber auch in grösserer Ausdehnung nicht durchschnitten und so eine Verbindung des abgetrennten Stückes mit dem übrigen Grosshirn erhalten geblieben war. Diese Mängel habe ich zu beseitigen mich bemüht, und folgendes Verfahren hat dafür als das brauchbarste sich bewährt.

Nachdem man mittels der kleinen convexen Säge oder des Trepans in die Stirnhöhle eingedrungen ist, wird das Dach derselben in ganzer Ausdehnung abgetragen, an ihrer hinteren oder inneren Wand in der Gegend der Hauptstirnfurche mit Zange und Meissel eine erste kleine Öffnung in der Schädelkapsel hergestellt und von dieser Öffnung aus mit der Zange der Knochen über der Hauptstirnfurche und einige Mm. weit zu jeder Seite derselben weggebrochen, bis am oberen Ende der Öffnung der Sinus sichtbar und am unteren Ende das Dach der Augenhöhle erreicht ist. Dieses Vorgehen ist ungleich umständlicher und schwieriger, als wenn man mit einem Sägeschnitte hinter der Rückwärtsbiegung des Stirnbeins die Schädelkapsel eröffnet, bietet aber die wesentlichen Vortheile dar, dass möglichst wenig vom Scheitellappen freigelegt und ein Hirnvorfall am ehesten verhütet wird. Alsdann wird die bis dahin unverletzte Dura vor der Hauptstirnfurche von oben nach unten gespalten und mehrfach so eingeschnitten, dass durch Zurückschlagen der Lappen die Hauptstirnfurche in der ganzen Ausdehnung der Wunde frei zugänglich wird. Sorgsam ist dabei die Verletzung der grossen Vene zu vermeiden, welche in der Hauptstirnfurche und ihrer Verlängerung zur Falx verläuft, um dort in den Sinus einzumünden. Gerade vor dieser Einmündungsstelle schiebt man nun einen dünnen Scalpellstiel zwischen der Falx und der medialen Hemisphärenseite vertical zum Sinus in die Tiefe, bis man auf Knochen stösst, und lässt man zwischen dem Scalpellstiele und der medialen Hemisphärenseite das Messer flach mit nach hinten gerichteter Schneide nachfolgen. Hat auch die Spitze des Messers den Knochen erreicht, so kehrt man die Schneide gegen die mediale Hemisphärenseite und zieht das Messer dicht vor der Hauptstirnfurche, immer deren Verlaufe folgend, quer durch die Hemisphäre, so zwar, dass die Spitze des Messers die Fühlung mit dem Knochen behält. Abgeschnitten ist dann der ganze Stirnlappen, wie ich ihn oben definirte, mit Ausnahme eines ganz kleinen, am weitesten nach hinten aussen und unten sich erstreckenden dreieckigen Zipfels, welchen das untere Endstück der

Hauptstirnfurche und die Riechfurche begrenzen; und mit durchschnitten ist der Tractus olfactorius. Das letztere lässt sich aber vermeiden, wenn man ein bauchiges Messer benutzt und bei der Schnittführung die Spitze des Messers ein Stück zurückbleiben lässt; es überspringt dann die Messerspitze an der Schädelbasis die Vertiefung, in welcher der Tractus olfactorius gelegen ist, und dieser wird nur angeschnitten. Ein Schwämmchen auf die Schädellücke gelegt, bringt die Blutung zum Stehen, und nach Reinigung der Stirnhöhle wird die Wunde durch Nähte geschlossen. Den abgeschnittenen Stirnlappen kann man auch noch entfernen, indem man ihn sogleich nach der Durchschneidung der Hemisphäre von der Schnittstelle aus mit dem Scalpellstiele heraushebt; doch ist in diesem Falle die Blutung schwerer zu stillen, und es tritt leichter ein Hirnvorfall ein. Sollen beide Stirnlappen auf einmal abgetragen werden, so verschafft man sich nach der Eröffnung der Schädelkapsel den Zugang zur zweiten Hemisphäre bequemer, indem man über den Sinus hinweg mit der Zange vorgeht; im übrigen erfährt das Verfahren keinerlei Veränderung. Natürlich stellt man auf beiden Seiten die nöthige Knochenlücke her, bevor man die Dura angreift, und schreitet man erst nach beiderseitiger Spaltung der Dura zur Abtrennung der Stirnlappen.

Wenn dem Schnitte durch die Hemisphäre eine starke Blutung folgt, ist fast regelmässig das Thier verloren, indem das Blut an der Basis zwischen Dura und Pia weit nach hinten dringt; das aus der Schädellücke hervortretende Gehirn verräth den Vorgang, der in der Tiefe statthat. Auch gehen auf dieselbe Weise durch Nachblutungen aus den Hirngefässen Versuchsthiere zugrunde, bei welchen die Blutung zuerst nur mässig war. Anderemal wiederum wird der Versuch vereitelt, indem in den nächsten Tagen eine Encephalomeningitis von der Wunde aus weit sich verbreitet. Endlich stellen sich auch noch zu einer späteren Zeit nach soweit gutem Befinden plötzlich Krämpfe und Coma ein, wo eine rothe Erweichung zum Durchbruch in den Ventrikel geführt hat. So bringt das geschilderte Verfahren, wie bei der Grösse und Lage der Verletzung nicht anders zu erwarten, auch bei sauberstem Operiren ansehnliche Verluste mit. Aber die übrigen Fälle kommen sehr schön zur Heilung, und zwar so einfach und rasch wie nach einem leichten Eingriffe. Öfters bedarf es selbst nicht der Öffnung der Hautwunde, um die Wundsecrete zu entlassen, da der Abfluss ausreichend durch die Nase erfolgt; und stets ist in 2—3 Wochen die Wunde vollkommen vernarbt, auch wenn beide Stirnlappen abgetrennt sind. Mit diesen Thieren, welche durch Monate bei ungestörter Gesundheit sich erhalten lassen, ist das allen Anforderungen entsprechende Material gegeben, die Folgen der Abtragung der Stirnlappen zu studiren.

Die Hunde, besonders diejenigen, welche beide Stirnlappen auf ein-

mal verloren haben, sind wohl in der ersten Zeit etwas träge und theilnahmlos, sie laufen und springen nicht, sondern gehen bloss, sie liegen viel, sie verkriechen sich gern und sind schwer hervorzulocken, — was alles die Nachwirkung der tiefen Narkose, der Blutverlust und die reactive Entzündung nur zu gut verständlich machen; aber nach 3 bis 5 Tagen sind sie so munter wie zuvor, und bald laufen sie, ja tummeln sie sich in alter Weise. Mit der Durchschneidung beider Tractus olfactorii ist natürlich der Geruchssinn fortgefallen; aber wenn jene Tractus, wie in fast allen meinen Versuchen, bloss angeschnitten sind, lässt höchstens der auf beiden Seiten zugleich verstümmelte Hund den Geruchssinn in den ersten Tagen vermissen, sonst riechen die Hunde alle nicht merklich anders als in der Norm. Im Bereiche des Gesichts- und des Gehörssinnes thun sich zu keiner Zeit und durch keinerlei Prüfung irgendwelche Störungen kund; und wie die Hunde alles sehen und erkennen, alles hören und den Zuruf verstehen, so schmecken sie nach wie vor, und auch der Gefühlssinn der Haut bietet keine Abweichungen dar, indem die Berührung überall wie gewöhnlich gefühlt und richtig localisirt wird. Unverändert erscheinen ferner die Gemeingefühle; und was man gewöhnlich unter der Intelligenz der Thiere versteht, ist derart ungeschädigt, dass jahrelange Beobachtungen und Prüfungen nicht einen einzigen Zug mich haben entdecken lassen, durch welchen diese Hunde von unversehrten Hunden sich unterschieden. Dass die vegetativen Functionen alle normal ablaufen, brauchte kaum bemerkt zu werden. Aber auch Gehen, Laufen, Springen; die Bewegungen der Augen, der Ohren und der Zunge; Bellen, Beissen, Fressen, Saufen; die Bewegungen des Kopfes und des Halses, der Extremitäten und des Schwanzes kommen ganz normal zur Ausführung; und überhaupt lassen alle willkürlichen und unwillkürlichen Bewegungen gar keine Abnormitäten erkennen — mit Ausnahme der Bewegungen des Rumpfes. Hier am Rumpfe allein stellen sich Störungen in folgender Weise heraus.

Wenn der Hund, dem ein Stirnlappen, z. B. der linke, abgetragen ist, sich selbst überlassen ruhig geht und die Richtung ändernd einen grösseren Bogen beschreibt, so geht er dabei ebensowohl rechts- wie linksherum; aber wenn er kurz wendet, dreht er sich hakenförmig linksherum, so dass die Rücken-Lendenwirbelsäule sich mit der Convexität nach rechts krümmt, und jedesmal dreht er sich so linksherum, nie rechtsherum. Je enger der Raum ist, in welchem der Hund sich bewegt, desto öfter wiederholen sich diese Drehungen, immer in derselben Weise, auch dann, wenn zur rechten Seite des Hundes das Terrain ganz frei ist, während die Linksdrehung die Wand, den Schrank, den Tisch u. dgl. streifen lässt. Ruft man den stehenden oder gehenden Hund von hinten, so dreht er sich jedesmal hakenförmig linksherum; und wenn man selbst an seiner rechten Seite hinter ihm steht, so dreht er wohl

manchmal zuerst Kopf und Hals weit nach rechts, aber dann nimmt er dieselben zurück, und es folgt die Linksdrehung. Führt man, vor dem Hunde stehend, auf seiner linken Seite ein Fleischstück langsam im Bogen vom Auge nach der Schwanzwurzel hin, so dreht sich der Hund allmählich mit seiner ganzen Wirbelsäule hakenförmig nach links, ohne die Extremitäten zu bewegen, und erreicht das Fleischstück mit der Schnauze über der Schwanzwurzel, ja öfters sogar noch rechts von dieser. Bewegt man dagegen das Fleischstück ebenso an der rechten Seite des Hundes, so dreht derselbe zunächst Kopf und Hals weit nach rechts; dann aber macht er entweder plötzlich die hakenförmige Drehung linksherum und sucht so das Fleischstück zu erhaschen, oder er wirft sich zu dem Zwecke ebenso plötzlich mit zeigerartiger Drehung rechtsherum, indem er sich im Becken dreht und beide Vorderextremitäten zugleich nach rechts bewegt. Läuft der Hund, so beschreibt er grössere Bögen sowohl rechts- wie linksherum, kleine Bögen aber nur linksherum; und wenn ihn einmal der Zuruf, die offene Stallthür, der drohende Stock u. dgl. rechtsum kurz zu wenden veranlassen, so wirft er sich ausnahmslos zeigerartig durch Drehung im Becken herum, so dass die ungeschickte Wendung ihn öfters stolpern macht und hin und wieder sogar zu Falle bringt. So zeigt sich überall und immer wieder, dass der Hund nicht mehr imstande ist, unter Krümmung der Rücken-Lendenwirbelsäule sich nach rechts zu drehen. Und da die passive Beweglichkeit der Wirbelsäule unversehrt ist, da infolge einer Verstellung der Vorderextremitäten nach rechts hinten die Wirbelsäule nach links convex wird, so muss der Hund die Fähigkeit verloren haben zu derjenigen willkürlichen Contraction seiner Rumpfmuskulatur, durch welche die Rücken-Lendenwirbelsäule mit der Convexität nach links gekrümmt wird. Diese Störung der willkürlichen Bewegung bleibt für die Dauer bestehen; durch Monate sieht man nichts an dem Hunde sich ändern, als dass er in späterer Zeit hin und wieder auch beim Gehen sich im Becken rechtsherum dreht, wenn plötzlich ein besonderer Anlass zur kurzen Wendung nach dieser Seite hin gegeben ist.

Der Hund, welchem beide Stirnlappen abgetragen sind, lässt dieselbe Störung der willkürlichen Bewegung an beiden Seiten des Körpers erkennen: er dreht sich ohne Unterschied rechts- wie linksherum; aber alle seine Drehungen, ob er steht, geht oder läuft, vollziehen sich zeigerartig durch Drehung im Becken, und eine seitliche Krümmung der Rücken-Lendenwirbelsäule, eine hakenförmige Drehung nach rechts oder links kommt niemals vor. Dazu findet sich hier noch, im Gegensatze zu dem einseitig verstümmelten Hunde, dessen Körperhaltung unverändert ist, eine abnorme Wölbung der Rücken-Lendenwirbelsäule. Anfangs, so lange der Hund nur langsam oder doch zumeist langsam sich bewegt, ist stets beim Stehen wie beim Gehen eine geradezu katzenbuckelartige

Krümmung des Rückens vorhanden, dergemäss die hinteren Extremitäten ansehnlich über die Norm den vorderen genähert sind.[124] Später ist die abnorme Wölbung des Rückens weniger auffällig. Sie ist dann nicht zu constatiren, während der Hund rasch geht oder läuft, auch nicht, wenn er nach solchem Gehen und Laufen zum Stehen gekommen ist; aber wenn er steht, nachdem er sich vom Lager erhoben hat, und so lange er langsam geht, tritt sie immer wieder deutlich hervor, und so lässt sie durch Monate hindurch sich verfolgen.

Abweichungen vom geschilderten Verhalten kommen nicht anders vor, als dass einzelne Hunde erst später nach der Operation, erst in 4—8 Tagen, ihre alte Munterkeit wiedergewinnen und während dieser Zeit noch weitere Störungen zeigen. Linksseitig operirte Hunde tragen den Kopf nach links gedreht und drehen ihn nur selten und immer nur auf besonderen Anlass, z. B. wenn ein starkes Geräusch zu ihrer Rechten entsteht, in die Normalstellung oder noch etwas weiter nach rechts. Beiderseits verstümmelte Hunde tragen den Kopf gesenkt; sie fassen die Fleischstücke schlecht mit den Kiefern, und noch ungeschickter und mühsamer schieben sie dieselben rückwärts in den Schlund; auch saufen sie schlecht, indem sie nicht die Flüssigkeit mit hohlgemachter Zunge nach hinten werfen, sondern bloss lecken. Alle diese Störungen sind um den dritten Tag nach der Operation am ausgeprägtesten vorhanden und nehmen dann rasch ab, bis sie spätestens am siebenten Tage verschwunden sind. Sie können daher nur darauf beruhen, dass die mit der Heilung der Wunde verknüpfte reactive Entzündung in diesen Fällen etwas weiter als sonst von der Schnittstelle aus sich verbreitet, aber auch bald bis auf die sonstige Ausdehnung sich wieder vollkommen zurückgebildet hat. Und so gewinnen diese Fälle noch ein besonderes Interesse; denn indem sie die Functionen der nächsten Nachbarschaft unseres Stirnlappens erkennen lassen, bestätigen sie, was unsere früheren Exstirpationsversuche ergeben haben, dass unmittelbar hinter der Hauptstirnfurche die Nacken- (Hals-) und die Kopfregion der Fühlsphäre gelegen sind[125].

Tödtet man die Hunde nach mehreren Wochen oder Monaten, so erhebt man immer im wesentlichen denselben Befund: die weichen Bedeckungen sind an der Operationsstelle durch eine feste derbe Masse ersetzt, von welcher an der Schnittstelle ein dünner sichelartiger Fortsatz, jedoch nicht weit, in die Hemisphäre dringt; und mit dieser fibrösen Substanz ist die Hemisphäre verwachsen, welche in der zunächst angrenzenden dünnen Schicht, dann aber auch an der Schnittstelle in einer durch die ganze Dicke der Hemisphäre bis auf den Tractus olfactorius sich erstreckenden Scheibe, beidemal in noch nicht 1^{mm} Dicke, gelb erweicht sich zeigt; davor und dahinter ist alles normal, nur ist der Stirnlappen mehr oder weniger verkleinert. Auch trifft man die Wunde regel-

mässig in derartiger Vernarbung begriffen an, wo der Hund in der zweiten Woche nach soweit gutem Befinden plötzlich unter Krämpfen und Coma zugrundegegangen ist; das Gehirn bietet bloss die Abweichung dar, dass in der Tiefe der Wunde dort, wo der Schnitt dem Ventrikel sehr nahe gekommen ist, eine eng begrenzte rothe Erweichung ungefähr trichterförmig in den Ventrikel und manchmal daneben noch in den Kopf des Nucleus caudatus führt. Dagegen finden sich sehr ausgedehnte rothe Erweichungen an der dem Schnitte benachbarten Hirnsubstanz, die oft zugleich prolabirt ist, und dahinter, mindestens über eine grössere Partie des Scheitellappens sich erstreckend, Hyperämie und Consistenzveränderung der Rinde, Trübung der Pia u. s. w. in allen den Fällen, welche ich oben als dadurch verunglückt zu bezeichnen hatte, dass eine heftige Entzündung infolge der Verletzung weit um sich griff; an solchen Hunden kommen natürlich bei Lebzeiten alle möglichen Bewegungsstörungen zur Beobachtung.

Recht interessant ist beiläufig eine Besonderheit, welche die letzteren Fälle darbieten. Wie ich schon früher wiederholt hervorgehoben habe, ist es nach ausgedehnteren Exstirpationen der Grosshirnrinde nichts ungewöhnliches, dass einzelne Thiere von einer weit ausgebreiteten Encephalomeningitis befallen werden; und der eine Theil dieser Thiere stirbt, an dem anderen Theile bildet sich die Entzündung zurück, aber immer nur unvollkommen, so dass die Rinde in der Umgebung der Exstirpationsstelle auf eine grössere Strecke hin, wie die Section jedesmal augenfällig darthut, wesentlich verändert bleibt. Daher sind alle diese Thiere für das specielle Studium der Grosshirnrinden-Functionen unbrauchbar; und wer trotzdem aus den Störungen, welche derlei genesene Thiere zeigen, auf die Functionen der exstirpirten Rindenpartie schliesst, unterliegt einer schweren Täuschung. Bei unserer Abtragung beider Stirnlappen ist nun jede solche Täuschung einfach dadurch ausgeschlossen, dass hier die weit ausgebreitete Encephalomeningitis stets zum Tode führt. Bildet sich nämlich selbst die Entzündung zurück, so sind doch die den Stirnlappen benachbarten Kopfregionen der Fühlsphären so lange aufs schwerste geschädigt, dass das Thier trotz sichtlich grösstem Verlangen nach Nahrung, trotzdem dass es z. B. jedes Fleischstückchen aufsucht und sich mit der Schnauze viel an ihm zu schaffen macht, nicht mehr die Nahrung zu sich zu nehmen, nicht mehr zu fressen und zu saufen vermag und in ca. 14 Tagen an Inanition zugrundegeht. Sobald an den Vorderextremitäten beträchtliche Bewegungsstörungen auftreten, sobald also die Entzündung in einiger Stärke die Vorderbeinregionen der Fühlsphären ergriffen hat, ist nach meinen Erfahrungen das Thier dem Tode verfallen; man müsste denn künstliche Fütterungen unternehmen, indem man die Nahrung in den Rachen einführt, wozu aber die sonstige Unbrauchbarkeit des Versuches nicht verleiten kann.[126]

Ausser den bisher betrachteten vollkommenen habe ich noch die verschiedensten unvollkommenen Abtragungen eines oder beider Stirnlappen am Hunde ausgeführt. Schon wenn man mit dem Schnitte durch die Hemisphäre an seinem medialen und lateralen Ende etwas weniger genau dem Verlaufe der Hauptstirnfurche folgt, gehen viel weniger Versuchsthiere verloren; und je weiter man sich dort von der Hauptstirnfurche entfernt hält, desto besser sind noch die Chancen der Versuche, bis endlich Querschnitte durch die Hemisphäre vor dem vordersten Punkte der Hauptstirnfurche geführt kaum mehr Verluste zur Folge haben. Dabei kommen die Bewegungsstörungen, bezw. die abnorme Haltung des Rumpfes zunächst immer noch derart, wie nach den vollkommenen Abtragungen, zur Beobachtung; und erst wenn der Querschnitt durch die Hemisphäre mehr als 2^{mm} vom vordersten Punkte der Hauptstirnfurche entfernt ist, gestalten sich die Dinge anders. Ist der Abstand nur wenig grösser, so zeigen sich wohl noch dieselben Störungen in der ersten Zeit nach der Operation, aber später sind sie verschwunden; beträgt der Abstand wesentlich mehr, so ist der Hund schon von vorneherein in seinem Verhalten vom unversehrten Hunde nicht zu unterscheiden. Allerdings habe ich manchmal auch dann noch in der Art, wie der Hund sich drehte und dem Fleischstücke nach sich krümmte, gewisse kleinere Abnormitäten zu entdecken geglaubt; aber sie waren gar zu schwer zu beobachten und liessen sich noch dazu nicht regelmässig wiederfinden, so dass nichts darauf zu geben war.

Wo es nicht um eine umfassende Untersuchung zu thun ist, sondern um die einfache Constatirung der Störungen, welche die Abtragung der Stirnlappen mit sich bringt, und ihrer völligen Verschiedenheit von den Folgen anderer Grosshirnrinden-Exstirpationen, empfiehlt es sich, wie man sieht, gerade das Verfahren zu befolgen, welches ich vor einigen Jahren ausführlich beschrieb*, und die Hemisphäre dicht vor dem vordersten Punkte der Hauptstirnfurche quer zu durchschneiden. Wenn Hrn. Hitzig's und H. de Boyer's an den Stirnlappen verstümmelte Hunde Bewegungsstörungen haben vermissen lassen, so ist in erster Linie daran zu denken, dass die exstirpirten Partien zu klein gewesen sind. Doch ist es auch sehr wohl möglich, dass die Störungen am Rumpfe, da sie ungemein weniger auffällig sind als die Störungen an den Extremitäten und selbst am Nacken, nur der Beobachtung sich entzogen haben. Mir selber waren über ein Jahr lang an einer ganzen Anzahl von Hunden, welchen ich die Stirnlappen abgetragen hatte, die Störungen am Rumpfe völlig entgangen, die ich doch später, nachdem ich sie einmal herausgefunden hatte, in jedem Falle sofort wieder bemerkte.

---

* S. o. S. 55—6.

3. Exstirpationsversuche am Affen.

Beim Affen setzen sich Stirn- und Scheitellappen weniger gut, als beim Hunde, von einander ab; und nur in der hakenförmigen, mit der Convexität nach hinten gerichteten Querfurche, welche dort, wo die rasche Breitenzunahme des vordersten Hemisphärentheiles ein Ende hat, tief in die Substanz einschneidet, ist, soweit dieselbe sich erstreckt, eine brauchbare hintere Grenze für den Stirnlappen gegeben. Die Furche ist vielfach verschieden als mittlere Stirnfurche, gebogene Stirnfurche, vordere Scheitelfurche u. s. w. bezeichnet worden; ich will sie wiederum die Hauptstirnfurche nennen. Die vor dieser Furche gelegene Rinde an der oberen Fläche und an dem vordersten Stücke der unteren Fläche des Stirnlappens hatte ich bei meinen früheren Versuchen* exstirpirt, und die Folgen waren Bewegungsstörungen gewesen, wie wenn man einem Hunde Stirnlappen und Nackenregion der Fühlsphäre zusammen fortgenommen hätte. War jene Rinde in geringerer Ausdehnung entfernt worden, so hatte sich eine gewisse Beweglichkeit erhalten die einen Male des Halses, die anderen Male des Rumpfes, je nachdem die Exstirpation nach hinten oder nach vorn weniger weit sich erstreckt hatte. Das zeigte offenbar eine Zusammensetzung jener Rinde aus einer hinteren dem Halse und einer vorderen dem Rumpfe zugehörigen Partie an, und diese beiden Partien schärfer zu scheiden, musste eine erste Aufgabe für die weitere Untersuchung sein. Eine zweite und noch wichtigere Aufgabe aber war, die Exstirpation der Stirnlappen-Rinde überhaupt zu vervollkommnen, da bis dahin die ganze Rinde der medialen Seite und ein grosser Theil der Rinde der unteren Seite des Stirnlappens unversehrt stehengeblieben waren. Beide Aufgaben haben sich lösen lassen; und ich will sogleich die Versuche beschreiben, die fast für sich allein allen Anforderungen genügen können, Versuche, welche unseren Stirnlappen-Abtragungen am Hunde sich an die Seite stellen.

Mit einem kleinen Trepan eröffnet man die Schädelkapsel über dem Stirnlappen nicht weit hinter der vorderen Spitze desselben und bricht dahinter mit der Zange in der Richtung auf das mediale Ende der Hauptstirnfurche zu den Knochen weg, bis man die vordere Spitze dieses medialen Endes um etwa 1 mm überschritten hat. Für die Orientirung gewährt einen guten Anhalt die von vorn innen nach hinten aussen ziehende Längsfurche, welche im Innern des Hakens der Hauptstirnfurche ihr Ende findet. Danach wird, soweit die Öffnung von vorn nach hinten reicht, das Schädeldach in der ganzen Breite der Hemisphäre abgetragen, so dass einerseits der Sinus in seinem Verlaufe, andererseits der laterale

* S. o. S. 57—8. — Über die benutzten Affenarten s. o. Anm. 28. Für die neueren Versuche habe ich fast ausschliesslich Macacus cynomolgus verwandt.

Rand des Stirnlappens zur Ansicht kommt; und die bis dahin unverletzte Dura wird gespalten und in Stücken zurückgeschlagen. Unmittelbar am hinteren Rande der Öffnung geht man nun ebenso, wie ich es oben (S. 145) angab, mit einem dünnen Scalpellstiele zwischen der Falx und der medialen Hemisphärenseite vertical zum Sinus in die Tiefe, bis man auf Knochen stösst, und lässt zwischen dem Scalpellstiele und der medialen Hemisphärenseite das Messer mit nach hinten gerichteter Schneide ebenso weit nachfolgen. Aber man schiebt hier das Messer nicht so, wie oben, gleichfalls vertical zum Sinus ein, sondern ein wenig schief, mit der Spitze nach vorn abweichend, so dass es einen Winkel von 75—80° mit dem Sinus bildet. Unter unveränderter Beibehaltung dieser Neigung des Messers kehrt man dann die Schneide gegen die mediale Hemisphärenseite und zieht das Messer in der Höhe der vorderen Spitze des medialen Endes der Hauptstirnfurche quer durch die Hemisphäre, ohne dass die Spitze des Messers eher die Fühlung mit dem Knochen verliert, als sie den lateralen Rand der Schädelöffnung erreicht hat. Es folgt eine mässige Blutung; und wenn diese durch Andrücken eines Schwämmchens zum Stehen gekommen ist, kann die Wunde durch Nähte geschlossen werden. Ist der Schnitt durch die Hemisphäre richtig geführt, so ist er an der lateralen Seite der Convexität in das laterale Ende der Hauptstirnfurche oder dicht vor dasselbe gefallen, an der Basis dem Schläfenlappen nahegekommen; und abgetrennt vom übrigen Hirne ist der ganze Stirnlappen mit Ausnahme des vom Haken der Hauptstirnfurche eingefassten Stückes. So kann man auch den Affen beide Stirnlappen auf einmal verlieren lassen, indem man an beiden Hemisphären in gleicher Weise operirt; man erspart dann die zweite Trepanation, indem man mit der Knochenzange über den Sinus hinweg nach der zweiten Seite vordringt.

Das operative Verfahren ist verhältnissmässig leicht; aber eine ganz besondere Aufmerksamkeit verlangt der Schnitt durch die Hemisphäre, welchen man vortheilhaft zuerst an der Leiche üben wird. Sobald das Messer mehr senkrecht geführt wird, ergiesst sich Blut an der Basis zwischen Dura und Pia nach hinten, und das Versuchsthier geht zugrunde. Hat man genau in der vorgegebenen Weise operirt, so drohen nur Verluste durch Hirnvorfall, der, wo er nicht zum Tode führt, doch den Versuch immer entwerthet. Ihn zu vermeiden, durfte schon nicht der abgetrennte Stirnlappen aus der Schädelhöhle entfernt werden; aber auch so noch tritt er hin und wieder in den nächsten Tagen ein, und zwar regelmässig, wenn der Affe aufgeregt und zu heftigen Körperbewegungen veranlasst wird. Es ist deshalb geboten, die Thiere in der ersten Zeit nach der Operation, soweit es nur angeht, sich selbst zu überlassen und bei ungeberdigen Thieren selbst die Behandlung der Wunde aufs äusserste zu beschränken. Kommt es nicht zum Hirnvorfall, so heilt die

Wunde sehr schön unter spärlicher Eiterung, fast wie per primam, und in etwa vierzehn Tagen ist alles vernarbt, nicht anders als wir es in den glücklichen Fällen beim Hunde gefunden haben. Die Thiere sind dann allerdings in den ersten Tagen nach der Operation krank, besonders die beiderseits verstümmelten — das struppige Haar, die heisse Haut, der frequente Puls, der geringe Appetit, der grosse Durst, die Schläfrigkeit, unterbrochen manchmal durch Zeiten von Ruhelosigkeit, lassen darüber keinen Zweifel —; aber nach 3—5 Tagen sind alle diese Erscheinungen verschwunden, die Thiere sind wieder wohlauf, und sie sind nunmehr durch viele Monate bei ungestörter Gesundheit zu beobachten.

Es ist eine unvermeidliche Nebenverletzung der Operation, dass jedesmal mit der Abtrennung des Stirnlappens auch der Tractus olfactorius durchschnitten wird; daher der Geruchssinn unserer Affen geschädigt, bezw. ganz aufgehoben ist. Die übrigen Sinne aber bieten keinerlei Störung dar, ebensowenig die Gemeingefühle und die sogenannte Intelligenz. Dazu sind die vegetativen Functionen durchaus unversehrt. Endlich vollziehen sich auch die willkürlichen und unwillkürlichen Bewegungen alle gerade so, wie beim unverletzten Thiere, mit Ausnahme einer Gruppe von Bewegungen, an welchen die Rumpfmuskulatur betheiligt ist. Auf diese Bewegungen und unter Umständen die Haltung des Rumpfes sind, vom Geruchssinne abgesehen, die ganzen Abnormitäten beschränkt, welche an unseren Thieren zur Beobachtung kommen.

An dem Affen, welchem ein Stirnlappen abgetrennt ist, laufen die Abnormitäten darauf hinaus, dass derselbe seine Rücken-Lendenwirbelsäule nicht mehr willkürlich nach der der Verletzung entgegengesetzten Seite zu biegen oder zu drehen vermag. Ist z. B. der linke Stirnlappen abgetrennt, so geht oder läuft der Affe wohl im grösseren Bogen rechtswie linksherum, aber kurz wendet er in der normalen Weise, ob er sitzt, steht, geht, läuft oder klettert, ausnahmslos linksherum, indem er die Rücken-Lendenwirbelsäule nach links dreht oder mit der Concavität nach links krümmt, und nie rechtsherum. Ja, in der ersten Zeit nach der Operation dreht sich der Affe überhaupt gar nicht rechtsherum, denn erst nach einigen Wochen fängt er an, im Hüftgelenk den Rumpf nach rechts zu bewegen. Diese ungewöhnlichen Rechtsdrehungen im Becken sieht man dann, nachdem sie einmal eingetreten sind, mit der Zeit etwas häufiger erfolgen, aber immer bleiben sie doch verhältnissmässig seltene Vorkommnisse gegenüber den normalen Drehungen linksherum. Wird der Affe im Käfig gehalten, so ist schon durch dessen Enge allein, da sie den Affen viel sich zu drehen zwingt, der Ausfall der normalen Rechtsdrehung geradezu auffällig; und sobald man nur beachtet, wie der Affe von der Stange zum Gitter, von diesem zum Boden sich schwingt, wie er von Stange und Gitter aus den Boden absucht, wie er in munterem

Spiele den Körper verdreht u. s. w., tritt der häufigen Biegung der Rücken-Lendenwirbelsäule nach links gegenüber das Ausbleiben jeder solchen Biegung nach rechts nicht minder scharf hervor. Natürlich aber sind durch geeignete Versuche, indem man Mohrrübenstücke an der einen und der anderen Seite des Affen hält oder wirft, die bezeichneten Bewegungsstörungen noch besonders schön zu constatiren. Dass man diese Störungen richtig erkannte, daran bleibt kein Zweifel, wenn man schliesslich nach Wochen oder Monaten auch noch den rechten Stirnlappen des Affen abtrennt; denn die Vorzüge der linken Rumpfhälfte des Affen vor der rechten, welche so lange zu beobachten waren, sind dann gänzlich fortgefallen.

Der Affe, welchem beide Stirnlappen abgetrennt sind, vermag seine Rücken-Lendenwirbelsäule weder nach rechts noch nach links zu biegen oder zu drehen und führt von vorneherein alle kurzen Wendungen, welche er macht, durch Drehung des Rumpfes im Hüftgelenke aus. Aber er ist noch viel mehr geschädigt; denn er vermag seine Rücken-Lendenwirbelsäule auch nicht mehr zu beugen und zu strecken, so dass überhaupt jede willkürliche Bewegung derselben fortgefallen ist. Sogleich nach der Operation zeigt sich die Rücken-Lendenwirbelsäule auffallend katzenbuckelartig gekrümmt, so dass die hinteren Extremitäten den vorderen abnorm genähert sind; und diese Krümmung bleibt für die Dauer bestehen, immer in gleicher Weise sichtbar, ob der Affe sitzt, steht, geht oder läuft. Beim ruhigen Sitzen ist dadurch eine Absonderlichkeit bedingt, welche für sich allein den Affen sofort kenntlich macht: während der unversehrte Affe, wenn er sich nicht gerade ängstlich duckt, die Hinterextremitäten hinter den Vorderextremitäten und die Kniee hinter den Schultern hält, zeigt unser Affe die Kniee vor den Schultern nahe oder dicht am Unterkiefer und die Folgeglieder der Hinterextremitäten vor den Vorderextremitäten. In der ersten Zeit springt der Affe gar nicht, weder von selber, noch auf Lockung oder Drohung. Unter den letzteren Bedingungen legt er sich höchstens, unter Beugung sowohl der nach vorn gehaltenen Vorderextremitäten wie der nach hinten gehaltenen Hinterextremitäten, mit dem Bauche auf die Tischplatte oder die Stange des Käfigs, so dass es ganz den Eindruck macht, als wolle er springen; aber nachdem er so eine Weile gelegen hat, springt er nicht, sondern klettert am Tischfusse herab, bezw. gleitet er mit dem Bauche an der Stange herab und greift, mit den Hinterextremitäten an der Stange hängend, nach dem Gitter, an welchem er sich weiter herablässt. Später, nach einigen Wochen, springt der Affe wohl auf intensive Lockung oder Drohung, wenn man ihn am Klettern verhindert; aber dann springt er immer unbeholfen, immer mit katzenbuckelartig gekrümmtem Rücken, immer schliesslich nach vorn überschlagend, so dass er auf die Nase stösst oder doch nur mühsam sich davor bewahrt. Nur beim Klettern

sieht man passiv, durch die Wirkung der Extremitäten, die abnorme Krümmung des Rückens sich verändern und Seitenbiegungen der Rücken-Lendenwirbelsäule zustandekommen. Geradeaus klettert auch der Affe ganz gut, aber jede grössere Änderung der Richtung macht ihm Schwierigkeiten; und wo die Nothwendigkeit an ihn herantritt, im Klettern umzukehren, gelingt ihm dies nur durch die ungeschicktesten und verwickeltsten Evolutionen, oder er weiss auch gar nicht sich zu helfen und stürzt aus der Höhe herab. Kein Wunder nach alledem, dass ein so munteres und lustiges Treiben, wie es sonst die operirten Affen nach ihrer Heilung, wenn sie nicht gerade blind sind, häufig beobachten lassen, an unserem Affen niemals sich zeigt und dieser immer langsam und schwerfällig in den allgemeinen Körperbewegungen sich darstellt.

Die geschilderten Abnormitäten in irgendwelche Beziehung zur Durchschneidung des Tractus olfactorius zu bringen, ginge schon deren Eigenart wegen nicht an, auch wenn der Geruchssinn im Leben des Affen nicht überhaupt die untergeordnete Rolle spielte, dass kaum jemals, selbst bei völliger Blindheit des Thieres, eine Verwerthung dieses Sinnes sich bemerklich macht. Wiederum also, wie bei unseren früheren Versuchen am Stirnlappen des Affen, haben Störungen am Rumpfe als Folgen der Stirnlappen-Verletzung sich herausgestellt. Aber neben dieser Übereinstimmung sind doch mit der Verschiedenheit des Eingriffes auch bedeutsame Verschiedenheiten in den Ergebnissen aufgetreten. Dort, wo unmittelbar von der Hauptstirnfurche an die Rinde des Stirnlappens exstirpirt worden war, hatten zu den Störungen am Rumpfe noch Störungen am Nacken sich gesellt, hatte der einseitig verstümmelte Affe den Kopf stets nach dieser Seite gedreht, der beiderseits verstümmelte Affe den Kopf stets gesenkt gehalten, und waren Drehungen des Kopfes und des Halses nach der entgegengesetzten Seite, bezw. nach beiden Seiten nur unvollkommen ausführbar gewesen: hier, wo wir die der Hauptstirnfurche zunächst befindliche Rinde gerade immer geschont haben, ist jede Störung am Nacken ausgeblieben, haben die Affen Kopf und Hals in durchaus normaler Haltung und Beweglichkeit gezeigt. Damit ist erwiesen, was wir schon früher zu vermuthen Anlass hatten[127], dass Nacken und Rumpf gesonderte Partien der Stirnlappen-Rinde zugeordnet sind und die dem Nacken zugehörige Rinde an der Hauptstirnfurche gelegen ist. Hinwiederum sind hier, wo mit Ausnahme der der Hauptstirnfurche nächsten Partie der ganze Stirnlappen abgetrennt worden ist, beträchtlichere Störungen am Rumpfe, zumal in der Haltung desselben, aufgetreten, als dort, wo die Rinde der medialen Seite und ein guter Theil der Rinde der unteren Seite des Stirnlappens unversehrt stehengeblieben waren. So dass offenbar auch diese letzteren Rindenpartien des Stirnlappens in functioneller Beziehung zum Rumpfe stehen.

Abweichungen vom beschriebenen Verhalten haben sich nur selten

und immer nur für die erste Zeit nach der Operation dargeboten. Ein Affe, welchem beide Stirnlappen abgetrennt waren, zeigte im Verlaufe des dritten Tages wiederholt für die Dauer einiger Minuten klonische Krämpfe der Nackenmuskulatur, durch welche der Kopf nach links und oben gedreht wurde; später war nichts der Art mehr zu beobachten. Zwei andere Affen, welchen der linke Stirnlappen abgetrennt war, hielten am zweiten und dritten Tage nach der Operation den Kopf stets nach links und oben gedreht, und drehten ihn gar nicht, bezw. nur etwa bis zur Normalstellung nach rechts, auch wenn man sie durch rechts vorgehaltene Mohrrübenstücke lockte; am vierten Tage stand der Kopf normal, und noch an demselben, spätestens aber am folgenden Tage wurden die Drehungen des Kopfes nach rechts gerade so wie in der Norm ausgeführt. Selbstverständlich waren danach die Abweichungen nur durch die reactive Entzündung bedingt, welche in diesen Fällen etwas stärker als sonst verlief. Doch sind die Abweichungen deshalb interessant, weil sie auch ihrerseits aufs deutlichste lehren, dass die dem Nacken (Halse) zugehörige Rinde zu allernächst hinter unserem Schnitte durch die Hemisphäre und vor den Kopf- und Extremitäten-Regionen gelegen ist.

Ebendies hat sich dann auch noch durch besondere Versuche darthun lassen. Ich exstirpirte an mehreren Affen bloss die vom Haken der Hauptstirnfurche eingefasste Rinde eines Stirnlappens, also gerade diejenige Rindenpartie, welche bei den obigen Abtrennungen des Stirnlappens an dessen Convexität hinter dem trennenden Schnitte zurückgeblieben war. Von einem Verluste durch Hirnvorfall abgesehen, verheilte die Verletzung immer sehr gut; und regelmässig war der Erfolg, dass der Affe, sonst in allen Stücken ungeschädigt, Drehungen des Kopfes nach der unverletzten Seite nur sehr unvollkommen, manchmal so gut wie gar nicht auszuführen vermochte. In zwei Fällen trug auch der Affe in den ersten Tagen nach der Operation den Kopf nach der Seite der Verletzung abgelenkt, nach dieser Seite und oben gedreht. Weshalb hier nur vorübergehend und in den übrigen Fällen gar nicht die abnorme Haltung des Kopfes auftrat, welche die Versuche der älteren Art, bei welchen die Rinde des Stirnlappens von der Hauptstirnfurche an exstirpirt worden war, nie haben vermissen lassen, habe ich aus Mangel an Material noch nicht aufklären können. Den Sectionsbefunden nach war bei den letzteren Versuchen die Rinde am medialen Ende der Hauptstirnfurche etwas ausgedehnter, und zwar etwas weiter medialwärts verletzt; und es ist deshalb anzunehmen, dass auch noch eine kleine Rindenportion an der medialen Seite der Hauptstirnfurche dem Nacken zugeordnet ist.

Dass Hrn. Ferrier, welcher ungefähr ebensolche Abtragungen der Stirnlappen an Affen ausgeführt hat, wie ich sie oben beschrieb, die

Folgen der Exstirpation ganz entgangen sind, kann wiederum dadurch seine Erklärung finden, dass die Störungen am Rumpfe sehr viel weniger auffällig sind, als die Störungen an den Extremitäten. Hinzukommt, dass Hrn. Ferrier's Beobachtungen, da die reactive Entzündung alle Versuchsthiere rasch dem Tode zuführte, bloss auf die ersten Tage nach der Operation beschränkt blieben, während welcher Zeit von den vier Affen mindestens drei in so übler Verfassung sich befanden, dass eigentlich jede Möglichkeit der Untersuchung von vorneherein ausgeschlossen scheinen musste*. Wie Hr. Ferrier aber die Apathie, die Schlaftrunkenheit, die Ruhelosigkeit u. s. w. der Affen, die offenbaren Folgen der mechanischen Läsion und der Encephalomeningitis, wie sie bei unglücklichen Versuchen auch nach anderen grösseren Hirnverletzungen sich einstellen, dem Ausfall der Functionen der Stirnlappen hat zuschreiben können, das würde ganz unverständlich sein, wenn nicht eben Hr. Ferrier überall bei seinen Exstirpationsversuchen, was er gerade beobachtete, kritiklos nach vorgefasster Meinung gedeutet hätte**.

Ich habe es schon früher kurz erwähnt und will es an dieser Stelle noch besonders betonen, dass meine Affen, welchen beide Stirnlappen abgetrennt waren, hinsichts der sogenannten Intelligenz durch Monate hindurch ebenso sich verhielten, wie vor der Verstümmelung. In der Richtung sie zu schildern, müsste ich geradezu die Charakteristik des normalen Affen geben. Nur einige Züge will ich darum herausheben. Auch wenn man gar nicht sich mit ihnen beschäftigt hatte, beobachteten sie genau, was im Zimmer geschah, und verfolgten besonders peinlich das Thun und Lassen derjenigen Menschen, von welchen sie abhingen. Sobald ich in einer entfernten Ecke des Zimmers den Stock vom Tische nahm oder sobald der Wärter ebendort den Guttapercha-Handschuh hervorholte, mit welchem er sich beim Ergreifen der Affen vor deren Bissen schützte, geriethen sie in grösste Angst und zogen sich tief in den Käfig zurück. Bewegte ich mich dagegen, wenn auch ganz zufällig, in der Richtung nach dem Kasten hin, aus welchem ich Mohrrüben an sie zu verfüttern pflegte, so suchten sie in freudigster Aufregung möglichst bei der Hand zu sein und hängten sich an das Gitter des Käfigs. Mein Verziehen des Gesichtes, mein Drohen mit dem Zeigefinger genügte, um sie von dem Leckerbissen fernzuhalten, welchen ich gleichzeitig ihnen vorhielt oder vorwarf. Ja, ein solcher Affe, den ich abgerichtet hatte, nahm mir das vorgehaltene Mohrrübenstückchen jedesmal aus der Hand,

---

* Vgl. Philos. Transact. 1875. Part II. p. 433—41, 484—7. — Da Ferrier Gewicht darauf gelegt hat, dass seine Affen noch assen und tranken, so sei bemerkt, dass die Affen — im Gegensatze zu anderen Thieren, z. B. Hunden —, selbst wenn sie dem Tode nahe sind und überhaupt so lange sie nicht bewusstlos oder gelähmt sind, in der Regel noch Nahrung, insbesondere Lieblingsspeisen, zu sich nehmen.

** Vgl. o. S. 4—6, 12, 13—4, 28—9, 51, 108, 123.

wenn ich es zwischen Daumen und Zeigefinger gefasst hatte, und griff nie zu, wenn ich es zwischen Daumen und Mittelfinger unterhalb des erhobenen Zeigefingers hielt; im letzteren Falle harrte er geduldig minutenlang aus, bis ich die Stellung der Finger veränderte. Das lässt, denke ich, mehr als zur genüge erkennen, dass Aufmerksamkeit, Apperception, Reflexionsfähigkeit u. dgl. m. an diesen Affen nicht geschädigt waren, dass die Hemmungscentren, welche Hr. Ferrier die physiologischen Substrate der Aufmerksamkeit sein lässt, diesen Affen nicht fehlten.

4. Reizversuche.

Störungen im Bereiche der Bewegungen also sind es, welche bei Hund wie Affen die Ausschaltung der Stirnlappen mit sich bringt, Störungen der willkürlichen Bewegung und der normalen Haltung beim Hunde des Rumpfes, beim Affen des Nackens und des Rumpfes; alle übrigen willkürlichen wie unwillkürlichen Bewegungen, ferner die vegetativen Functionen, die Sinne, die Gemeingefühle und endlich auch die sogenannte Intelligenz erscheinen durch dieselbe Ausschaltung nicht beeinflusst. Ständen diese Erfahrungen für sich allein, so könnte man die Stirnlappen-Rinde als den Sitz motorischer Centren für den Rumpf, bezw. für den Nacken und den Rumpf ansprechen wollen. Aber die Scheitellappen-Rinde, deren partielle Exstirpation gleichfalls Störungen der willkürlichen Bewegung, nur an anderen Körpertheilen, zur Folge hat, und welche darum wirklich zuerst als der Sitz motorischer Centren galt, hat sich als zum Gefühlssinne des Körpers in denselben Beziehungen stehend erweisen lassen, wie die Sehsphäre zum Gesichtssinne oder die Hörsphäre zum Gehörssinne, hat sich als die Fühlsphäre herausgestellt, in welcher die Gefühlswahrnehmung und die Gefühlsvorstellung statthaben, derart dass ihre verschiedenen kleineren Abschnitte verschiedenen Körpertheilen zugeordnet sind: dem Kopfe, dem Vorderbeine, dem Hinterbeine, dem Auge, dem Ohre und beim Hunde auch dem Nacken.* Ganz unnatürlich wäre es danach, den Untergang willkürlicher Bewegung infolge von Rindenexstirpationen, der beim Scheitellappen auf dem Verluste von Bewegungsvorstellungen beruht, beim Stirnlappen dem Verluste von motorischen Centren zuzuschreiben; und keine andere Auffassung erscheint zulässig, als die, welche auch in der Stirnlappen-Rinde die Fühlsphäre erkennt, wenngleich der unmittelbare Beweis sich hier nicht hat führen lassen. Die Richtigkeit dieser Auffassung wird dann auch dadurch verbürgt, dass die Scheitellappen-Rinde geradezu ihre Ergänzung in der Stirnlappen-Rinde findet, indem für die gesammte Fühlsphäre des Körpers die nicht durch die Scheitellappen-Rinde vertretenen Körpertheile —

* S. o. S. 32—58.

beim Hunde der Rumpf, beim Affen der Nacken und der Rumpf — durch die Stirnlappen-Rinde hinzukommen. So ist durch die neue ausgedehntere und vollkommenere Untersuchung erst recht gesichert, was schon die erste Untersuchung uns erkennen liess[128], dass Stirn- und Scheitellappen-Rinde functionell zusammengehören, und dass, wie die Scheitellappen-Rinde die Kopfregion, die Vorderbeinregion, die Hinterbeinregion u. s. w., so die Stirnlappen-Rinde beim Hunde die Rumpfregion, beim Affen die Rumpfregion und die Nacken-(Hals-)region der Fühlsphäre darstellt.

Und noch eine werthvolle Bestätigung findet diese Erkenntniss von ganz anderer Seite her.

Nach der HH. Fritsch und Hitzig bahnbrechendem Erwerbe, dass von der Convexität des Grosshirns aus innerhalb einer gewissen Partie derselben, und bloss innerhalb dieser Partie, durch elektrische Reizung Muskelbewegungen herbeizuführen sind, dabei verschiedene Muskelbewegungen je nach der Angriffsstelle des Reizes, haben zahlreiche weitere Untersuchungen mit der Reizung der Grosshirn-Oberfläche sich befasst und die reizbaren Stellen mit den Reizerfolgen genauer festzustellen sich bemüht. Die Ergebnisse — unter welchen die letzten von Hrn. Hitzig* für den Hund, die letzten von Hrn. Ferrier** für den Affen als die umfassendsten und besten bei der Wiederholung der Versuche unschwer zu erkennen sind — bieten wohl im feineren mancherlei Abweichungen dar, aber im gröberen stimmen sie gut überein. Danach ist beim Hunde und beim Affen, wie wir sogleich mit Bezug auf die früheren Ermittelungen unserer Exstirpationsversuche sagen können, reizbar der Scheitellappen, dessen Rinde sich als die Fühlsphäre erwiesen hat; und es sind die reizbaren Stellen, von welchen aus Bewegungen des Vorderbeines sich herbeiführen lassen, innerhalb der Vorderbeinregion der Fühlsphäre gelegen, die reizbaren Stellen, von welchen aus Bewegungen des Hinterbeines zu erzielen sind, innerhalb der Hinterbeinregion, die reizbaren Stellen für Bewegungen am Kopfe innerhalb der Kopfregion, für Bewegungen des Auges innerhalb der Augenregion, für Bewegungen des Ohres innerhalb der Ohrregion, endlich beim Hunde für Bewegungen des Kopfes und des Halses innerhalb der Nackenregion. Dagegen sind unerregbar der Hinterhauptslappen und der Schläfenlappen, deren Rinde wir als Seh-, bezw. Hörsphäre erkannt haben, und auch, was uns hier im besonderen interessirt, der Stirnlappen.

Wohl hat Hr. Hitzig bei der Prüfung des Stirnlappens „ausserordentlich häufig auf Anwendung stärkerer Ströme Bewegungen aller Art“ eintreten sehen, doch waren es Reflexbewegungen von der Dura aus,

* Untersuchungen u. s. w. S. 75—94.

** Functions etc. p. 141—5. (Übersetzung, S. 155—9.)

oder sie waren durch Stromschleifen zu den benachbarten Hirntheilen bedingt. Auf die „Stromstärke des Zuckungsminimums und die nächst höher liegenden Stromstärken“, welche von den anderen reizbaren Stellen aus Bewegungen veranlassten, reagirte der Stirnlappen nie; hingegen gelang es sogar in einzelnen Fällen, in welchen der Stirnlappen sich gut hatte isoliren lassen, ausserordentlich starke Ströme anzuwenden, ohne dass Zuckungen eintraten.* Hr. Ferrier hat anfangs gewisse rasche Bewegungen des Kopfes, und mitunter auch der Athemmuskeln, welche beim Ansetzen der Elektroden auf die vordere Stirngegend eintraten, der Reizbarkeit des Stirnlappens zugeschrieben; aber später, nach Hrn. Hitzig's** Kritik seiner Untersuchung, hat er die Angaben zurückgenommen und gleichfalls den Stirnlappen als selbst gegen starke Ströme unempfindlich erkannt. Jene Bewegungen, sagt er, „müssen, wie ich nun in voller Übereinstimmung mit Hitzig glaube, auf eine Weiterleitung des Stromes zu dem empfindlichen Bulbus olfactorius oder zur Dura mater zurückgeführt, und dürfen daher auch nur als Reflexbewegungen aufgefasst werden“***. Von den anderen Untersuchern hat niemand Hrn. Hitzig und Hrn. Ferrier widersprochen, niemand einen Reizerfolg vom Stirnlappen aus angegeben. So dass die Unerregbarkeit des Stirnlappens unter den Ergebnissen der Reizversuche mit als das gesichertste erscheinen kann.

Auf dem Standpunkte, zu welchem wir durch die obigen Exstirpationsversuche gelangt sind, hat die Unerregbarkeit dieses Lappens aber offenbar etwas befremdendes. Unvereinbar mit den Ergebnissen der Exstirpationsversuche ist sie freilich nicht. Denn es ist bei der Übung der Reizversuche am Scheitellappen schon beiläufig aufgefallen und kann auch der Aufmerksamkeit gar nicht entgehen: dass immer nur eine beschränkte Anzahl von Bewegungen durch die Reizung der Grosshirn-Oberfläche herbeizuführen ist; dass die Angriffsstelle für die Erzielung einer bestimmten Bewegung bei den verschiedenen Individuen derselben Species innerhalb gewisser Grenzen verschieden sich zeigt und bei manchen Individuen selbst gar nicht aufzufinden ist; dass die für die Herbeiführung der verschiedenen Bewegungen bei einem und demselben Individuum erforderlichen Reizgrössen immer sehr verschiedene, und zwar gesetzmässig verschiedene sind; dass manchmal nur die eine und nicht die andere Reizungsweise zu Erfolgen führt. Der Möglichkeiten sind also genug vorhanden, weshalb die elektrische Reizung am Stirnlappen, trotz dessen unzweifelhafter Beziehung zu Bewegungen, hat erfolglos bleiben können, zumal da nur ein kleiner Theil der Oberfläche des Lappens der

---

* Hitzig, Untersuchungen u. s. w. S. 82—4.

** Ebenda, S. 63 ff.

*** Ferrier, Functions etc. p. 148. (Übersetzung, S. 164.) — Vgl. auch p. 157 (S. 171), 230 (256); ferner 134 (146), 144 (158), 232 (259), 287 (324).

Prüfung unterlegen hat. Aber auffallen muss es doch in hohem Grade, dass von zwei functionell zusammengehörigen und nur mit verschiedenen Körpertheilen verbundenen Lappen die Oberfläche des einen in allen ihren kleineren Abschnitten reizbar, die des anderen der Reizung ganz unzugänglich sein soll. Neue Reizversuche am Stirnlappen erscheinen darum dringend geboten, und diese stellen denn auch einen anderen Sachverhalt heraus.

Ich habe die Untersuchung am Hunde und am Affen ausgeführt, beidemal im wesentlichen mit demselben Erfolge, und ich will zuerst vom Stirnlappen des Hundes handeln.

Hr. Hitzig* hat die Kleinheit der Theile, die erforderliche Exstirpatio bulbi, die leicht eintretende Erschöpfung des Thieres durch Blutverlust und Schmerz, die möglichen Nebenverletzungen, die Ansammlung von Cerebrospinalflüssigkeit und Wundsecret aus der Umgebung als besondere Schwierigkeiten hervorgehoben, welche der Untersuchung des Stirnlappens sich in den Weg stellen. Indess alle diese Schwierigkeiten lassen sich recht gut überwinden. Am tief narkotisirten Hunde entfernt man mit Trepan und Knochenzange das vordere Schädeldach, die Stirnhöhlen, einen guten Theil der Nasenhöhlen und auch jederseits das Orbitaldach, so dass auf beiden Seiten der ganze vordere Hemisphärentheil mit dem Bulbus olfactorius am vorderen Ende, der Hinterbeinregion** der Fühlsphäre am hinteren Ende, endlich der obersten Partie der Kopfregion** der Fühlsphäre am lateralen Ende frei vorliegt. Danach trägt man jederseits die Dura in Stücken vom Sinus longitudinalis an bis zu den Rändern der Wunde ab, jedoch so, dass ganz kleine Zipfel der Dura in Verbindung mit dem Sinus dort erhalten bleiben, wo die Venen an den medialen Enden der Kreuzfurche und der Hauptstirnfurche und oft auch noch eine dritte Vene etwa inmitten des Stirnlappens an dessen medialem Rande zur Dura übertreten, um in den Sinus einzumünden. Ohne dass man den Augapfel exstirpirt, der vielmehr nur durch Haken abgezogen gehalten wird, sind alsdann die obere und die untere*** Fläche jedes Stirnlappens, letztere bis zum Tractus olfactorius, gut isolirt und zugänglich. Auch bleiben dieselben frei von Cerebrospinalflüssigkeit und Wundsecret; höchstens vorn am Bulbus olfactorius und zur Seite zwischen dem Augapfel und dem Tractus olfactorius sammelt sich langsam ein wenig blutige Flüssigkeit an und wird von

---

* Untersuchungen u. s. w. S. 81.

** Vgl. o. Fig. 3 S. 50.

*** Ich nenne die von obenher sichtbare und schräg von innen nach aussen abfallende Fläche des Stirnlappens die obere, die nach unten hin sich anschliessende und schräg von aussen nach innen abfallende Fläche die untere. Beide Flächen zusammen könnte man auch als convexe laterale Fläche des Stirnlappens gegenüber der ebenen medialen Fläche bezeichnen.

Zeit zu Zeit mit einem Schwämmchen aufgenommen. Jeder wesentliche Blutverlust ist dabei vermieden, wenn die geöffneten Knochenvenen sogleich mit Schwammpfröpfchen verstopft wurden; und wenn selbst einmal trotz aller Vorsicht eine der vorgenannten Venen angeschnitten wird oder reisst, so genügt doch schon das Andrücken eines kleinen Stückchens Feuerschwamm, die Blutung sogleich zu hemmen. Die Vorbedingungen für die elektrischen Prüfungen sind mithin beim Stirnlappen, wenngleich mühsamer, doch ebenso gut zu erfüllen, wie beim Scheitellappen.

Erst mit den Prüfungen selbst wird das Moment gesetzt, das die Untersuchung ungemein erschwert. Mit dem galvanischen Strome nämlich kommt man am Stirnlappen nicht zu Erfolgen, selbst nicht mit dem Strome der viergliederigen Grove'schen Säule; und noch mächtigere Säulen zu verwenden, wird man schon der übermässigen Elektrolyse wegen Bedenken tragen. Auf die Inductionsströme demnach angewiesen, muss man aber deren üble Folgen mit in den Kauf nehmen, die Nachwirkungen, die hier um so mehr sich geltend machen, als man, um die Reizerfolge gut zu constatiren, verhältnissmässig starke Ströme für zehn Secunden und mehr benutzen muss. Soll es nicht geschehen, dass schon sehr früh, vielleicht gar schon mit dem ersten Reizerfolge, Krämpfe oder selbst ein ausgebildeter epileptischer Anfall dem mühsam vorbereiteten Versuche ein Ende machen, so dürfen die reizenden Ströme die gerade erforderliche Stärke nicht überschreiten, und es muss ein richtiger Grad der Narkose getroffen sein. Ich kann es empfehlen, dem mittelgrossen Hunde 0.05—0.07 g Morphium muriat. subcutan zu injiciren, nach ca. 30 Minuten die Ätherisation zu beginnen und diese bis gegen das Ende der Operation fortzusetzen; wenn dann die Ätherwirkung vorüber, ist der Hund eben ausreichend und damit gerade passend narkotisirt. Immerhin bleibt auch so die Zahl der Prüfungen, welche sich vornehmen lassen, ehe die Nachwirkungen störend sich einmischen, eine beschränkte, so dass, wo man noch zu tasten und nicht bloss bereits gewonnene Ergebnisse zu controliren hat, ein beträchtlicher Aufwand an Thieren und Arbeitskraft unvermeidlich ist.

Ich habe das gewöhnliche du Bois'sche Schlitteninductorium der Laboratorien mit einem kleinen Daniell'schen Elemente im primären Kreise benutzt und durch Öffnen eines in den secundären Kreis aufgenommenen du Bois'schen Schlüssels die Inductionsströme dem Gehirne zugeleitet, an dessen Oberfläche die geknöpften Platindraht-Elektroden, gewöhnlich mit 3—4 mm Abstand, mit der Hand angelegt waren. Vor der Untersuchung des Stirnlappens und auch im Verlaufe derselben habe ich immer einzelne Prüfungen am Scheitellappen vorgenommen, um dessen Erregbarkeit festzustellen und daran den Gesammtzustand des Gehirns zu schätzen. Dieser war der Untersuchung günstig, wenn ich von der

Hinterbeinregion aus Bewegungen des Hinterbeines bei ca. 12 ^{cm}, von der Vorderbeinregion aus Bewegungen des Vorderbeines bei 12—10 ^{cm}, von der Nackenregion aus Bewegungen des Kopfes und des Halses bei ca. 8 ^{cm} Rollenabstand erhielt. War die Erregbarkeit des Scheitellappens wesentlich kleiner, so traten beim Angriffe des Stirnlappens wohl noch dieselben Erfolge, aber auch regelmässig bald Krämpfe ein. Ich will deshalb für die zum Vergleiche dienenden Angaben, welche ich über den Rollenabstand zu machen habe, die letzteren Versuche ausser Acht lassen und mich auf die ersteren besseren Versuche beschränken, wenn ich jetzt die Ergebnisse am Stirnlappen zusammenstelle.

Liegen die Elektroden an der oberen Fläche des Stirnlappens einige Mm. vor der Hauptstirnfurche und etwas lateral von deren medialem Ende, dort ungefähr, wo eine flache Längsfurche von vorn nach hinten zieht oder an ihrer Stelle eine Impression sich findet, so tritt auf Reizung bei 7—6 ^{cm} Rollenabstand Stillstand der Athmung ein mit maximaler Inspirationsstellung des Thorax und auch, wie die Beobachtung bei geöffnetem Abdomen lehrt, des tetanisch contrahirten Zwerchfells; nach Aufhören der Reizung dauert der Inspirationstetanus noch eine Weile an, dann ist die Athmung zunächst beschleunigt und kehrt allmählich zur Norm zurück. Manchmal geht auch dem Inspirationstetanus eine beschleunigte Athmung vorauf, wobei unter grösseren Inspirationen und kleineren Exspirationen Thorax und Zwerchfell mehr und mehr der maximalen Inspirationsstellung sich nähern, bis sie schliesslich in dieser verharren. Die Bauchmuskeln sind während der Reizung erschlafft und nehmen, wenn sie vor der Reizung activ an der Exspiration betheiligt waren, erst gegen Ende der Nachwirkung der Reizung ihre frühere Thätigkeit wieder auf. Die Reizstelle ist regelmässig zu finden; und es ist eine mässige Verschiebung der Elektroden zulässig, ohne dass der Reizerfolg eine Veränderung erfährt. Sind aber die Elektroden beträchtlicher verstellt, gleichviel ob sie medialwärts dem Sinus oder nach vorn dem Bulbus olfactorius oder nach hinten der Hauptstirnfurche oder endlich lateralwärts dem Tractus olfactorius genähert sind, so bleibt jedesmal der angegebene Erfolg aus, und es wird überhaupt gar keine oder eine sogleich zu besprechende entgegengesetzte Einwirkung auf die Athmung erzielt. Jeder Gedanke an Stromschleifen, sei es zur Dura, sei es zu benachbarten Hirntheilen, als Ursache der Inspirationsbewegungen ist damit ohne weiteres ausgeschlossen.

Liegen die Elektroden der unteren Fläche des Stirnlappens etwa gerade inmitten derselben an, so tritt auf Reizung bei 7 — 6 ^{cm} Rollenabstand entweder durch starken Tetanus der Bauchmuskeln maximale Exspiration ein, oder die Bauchmuskeln contrahiren sich ausserordentlich häufig, aber immer nur wenig ausgiebig, und treiben so mit kurzen Stössen, gewissermassen ruckweise, Zwerchfell und Thorax in die Ruhe-

stellung; erst bei längerer Dauer der Reizung schiebt sich eine sehr rasche und tiefe Inspiration ein. Nach Aufhören der Reizung setzen sich der Tetanus, bezw. die stossweisen Contractionen der Bauchmuskeln noch eine Weile fort, dann lassen sie nach, und die Athmung kehrt in der alten Weise, wie vor der Reizung, wieder. Ob bei dieser Athmung die Exspirationsmuskeln der Bauchwand ganz unbetheiligt waren oder aber grosse und langdauernde Contractionen vollführten, ist für den Reizerfolg nicht von Bedeutung. Einigemal habe ich die Reizstelle an einer oder auch an beiden Hemisphären nicht finden können. Hat man sie gefunden, so ist nur eine beschränkte Veränderung der Elektrodenstellung zulässig, wenn der angegebene Reizerfolg sich nicht verlieren soll. Sind die Elektroden nach hinten an die Hauptstirnfurche gerückt, so zeigen sich bei unveränderter Athmung Lippen-, Kiefer- und Zungenbewegungen. Sind die Elektroden medialwärts verschoben, so ist die Reizung anscheinend wirkungslos, oder es kommt zu jenem Inspirationstetanus, der uns vorhin bekannt geworden ist. Endlich wenn die Elektroden nach vorn oder lateralwärts dem Bulbus oder Tractus olfactorius genähert sind, bleibt die Reizung entweder erfolglos, oder es stellen sich Niesen und Husten, seltener Winseln ein: Erfolge, welche ebenso, nur noch in verstärktem Masse, dann zu beobachten sind, wenn die Elektroden unmittelbar den Bulbus oder Tractus olfactorius oder den Wundrand vorn an der Nase berühren, während unter diesen Umständen Tetanus oder frequente kleine Contractionen der Bauchmuskeln niemals vorkommen. Es ist demnach wiederum nicht daran zu denken, dass Stromschleifen zu den Nachbartheilen den Reizerfolg bedingen, welchen wir von der Mitte der unteren Fläche des Stirnlappens aus erhalten.

Liegen endlich die Elektroden mit ihrem gewöhnlichen Abstande oder noch besser mit einem grösseren Abstande von 5^{mm} und mehr der oberen Fläche des Stirnlappens an oder dessen medialer Fläche, welche man durch Seitwärtsziehen der Falx in grosser Ausdehnung freigelegt hat, und wird bei 5—4^{cm} Rollenabstand gereizt, so erfolgen Bewegungen der Rücken-Lendenwirbelsäule: Streckung oder Seitwärtsbiegung oder seltener Drehung derselben. Ist zunächst Streckung oder Seitwärtsbiegung erfolgt, so kann es dabei bleiben; öfters jedoch kommt es zu einem raschen Wechsel, indem an die Stelle der anfänglichen Streckung die Seitwärtsbiegung tritt, bezw. die anfängliche Seitwärtsbiegung nach der der Reizung entgegengesetzten Seite in die Streckung und danach wiederum in die Seitwärtsbiegung nach der der Reizung gleichen Seite übergeht; die anfängliche Drehung nach der der Reizung entgegengesetzten Seite macht regelmässig sehr rasch der Seitwärtsbiegung nach ebendieser Seite Platz. Alle die Rumpfbewegungen überdauern eine Weile die elektrische Reizung, welche man, um den Eintritt von Krämpfen zu verhüten, möglichst kurz bemessen muss; auch so noch gesellen sich manch-

mal Nackenbewegungen — Bewegungen des Kopfes und des Halses — hinzu. Befinden sich die Elektroden an der Stelle, von welcher aus bei schwächerer Reizung Inspirationstetanus zu erhalten ist, so tritt jetzt in der Regel intensive Streckung zugleich mit dem Inspirationstetanus ein. Im übrigen sind mir selbst durch eine grosse Reihe von Versuchen die Bedingungen nicht klar geworden, unter welchen die eine oder die andere Rumpfbewegung zur Erscheinung kommt.

Und auch an diesen Rumpfbewegungen haben Stromschleifen, welche aus dem Stirnlappen in die Nachbarschaft übertreten, keinen Theil.

Was Hr. Hitzig* als Folgen der Reizung der Dura anführt, dass das Thier den Kopf zurückwirft und die Rückenmuskeln sich contrahiren, das trifft wohl für gar nicht oder sehr unvollkommen narkotisirte Thiere zu, nicht aber für unsere gut narkotisirten Hunde. Bei diesen hatte die directe elektrische Reizung der Dura, ob die Elektroden grosse zurückgeschlagene Lappen derselben oder kleine Zipfel an den Wundrändern oder endlich die Falx zwischen den abgezogenen Stirnlappen berührten, gar keine Bewegungen oder doch nur Augenlidzucken zur Folge; und höchstens wenn die Narkose nicht mehr gut war, trat, was ich schon oben erwähnte, Winseln ein. Mit Reflexbewegungen von der Dura aus haben also die Rumpfbewegungen nichts zu schaffen. Und dass sie überhaupt nicht ausserhalb der Hirnsubstanz ihren Ursprung nehmen, dafür liefert den klaren Beweis schon der Umstand an sich allein, dass, sobald wir die Reizung verlängern, jedesmal epileptiforme Krämpfe oder selbst ein ausgebildeter epileptischer Anfall an die Rumpfbewegungen sich anschliessen, wie es doch für den Fall der Reizung der Hirnsubstanz charakteristisch ist.

Durch die Stromschleifen aber, welche in die dem Stirnlappen benachbarten Hirntheile einbrechen, können vom Bulbus oder Tractus olfactorius und ebenso von der Kopfregion der Fühlsphäre aus die Rumpfbewegungen nicht herbeigeführt sein, weil die directe elektrische Reizung dieser Theile stets, wie wir wissen, ganz andere Erfolge hat; und nur die Nackenregion der Fühlsphäre darf dem Verdachte unterliegen, weil Hr. Hitzig** auf Reizung des lateralen Theiles dieser Region neben Nacken- oder Halsmuskeln auch Rumpfmuskeln, und zwar beiderseitig, sich hat bewegen sehen. Indess Hrn. Hitzig's Beobachtung ist nur dann zu machen, wenn die Reizung der Nackenregion bei 5—6^{cm} Rollenabstand erfolgt; bei schwächerer Reizung kommen immer ausschliesslich Nacken- (Hals-) Muskeln in Bewegung, von der medialen Partie der Region aus bei ca. 7^{cm} Rollenabstand die hintere Halsmuskulatur, von der lateralen Partie aus schon bei 9—8^{cm} Rollenabstand die vordere

* Untersuchungen u. s. w. S. 22, 82.

** Ebenda, S. 48.

Halsmuskulatur[129]. Beruhte unser Reizerfolg am Stirnlappen nur auf Stromschleifen zur Nackenregion, so müsste er danach unter allen Umständen in Nackenbewegungen, allein oder mit Rumpfbewegungen combinirt, und nie in Rumpfbewegungen allein bestehen. Gerade im Gegentheile aber sehen wir auf Reizung des Stirnlappens immer Rumpfbewegungen, theils allein, theils zusammen mit Nackenbewegungen, auftreten und nie Nackenbewegungen allein; ja, wo die Nackenbewegungen sich zu den Rumpfbewegungen hinzugesellen, lässt in der zu grossen Dauer oder in der zu grossen Intensität der Reizung der Grund oft deutlich sich erkennen. Mag es also auch bei der Reizung des Stirnlappens nicht auszuschliessen sein, dass die zu den Rumpfbewegungen hinzutretenden Nackenbewegungen durch Stromschleifen zur Nackenregion veranlasst sind, so müssen doch die Rumpfbewegungen dort vom Stirnlappen selbst herbeigeführt sein. Dass von der Nackenregion aus auf starke Reizung Rumpfbewegungen eintreten, kann dann, ohne dass man Stromschleifen zum Stirnlappen in Anspruch nimmt, seine einfache und ungezwungene Erklärung darin finden, dass die Markstrahlung von vorn nach hinten zieht und demgemäss die vom Stirnlappen kommenden Fasern, bei genügender Verstärkung der Reizung, in ihrem Verlaufe unter der Nackenregion erregt werden.

Was ich soweit für den Hund ausgeführt habe, gilt nun ebenso auch für den Affen, bei welchem die elektrischen Reizungen des Stirnlappens, wie ich schon sagte, im wesentlichen dieselben Ergebnisse liefern. Das operative Verfahren bietet hier gar keine Schwierigkeiten, wenn man sich, wie ich es immer that, auf die Prüfung der oberen und der medialen Fläche und dazu noch des vordersten Stückes der unteren Fläche des Stirnlappens beschränkt; auch hat man viel weniger, als beim Hunde, unter den Krämpfen im Gefolge der Reizung zu leiden. Befinden sich die Elektroden innerhalb des Hakens der Hauptstirnfurche oder etwas medialwärts von deren medialem Endstücke, so folgen auf die Reizung bei ca. 9^{cm} Rollenabstand Nackenbewegungen*, und zwar von der mehr lateralen Partie aus Contractionen der vorderen, von der mehr medialen Partie aus Contractionen der hinteren Halsmuskulatur. Weiter vorn erhält man bei 7—6^{cm} Rollenabstand an der von vorn innen nach hinten aussen ziehenden Längsfurche und medialwärts von derselben tetanische Inspirationsstellung des Thorax und des Zwerchfells, dagegen in einigem Abstande lateralwärts von derselben Furche Tetanus der Bauchmuskulatur. Bei 6^{cm} Rollenabstand verbindet sich nicht selten mit dem Inspirationstetanus Streckung der Rücken-Lendenwirbelsäule.

* Auf Reizung der Umgebung des medialen Endstückes der Hauptstirnfurche hat auch Ferrier Drehung des Kopfes erhalten. Functions etc. p. 143. (Übersetzung, S. 158.) — Vgl. auch Hitzig, Untersuchungen u. s. w. S. 133.

Endlich treten bei ca. 5^{cm} Rollenabstand regelmässig von der medialen Partie der oberen Fläche, wie von der medialen Fläche, wie auch von dem vordersten Stücke der unteren Fläche des Stirnlappens aus heftige Rumpfbewegungen auf, Streckungen und Seitwärtsbiegungen, die bei etwas längerer Dauer der Reizung leicht in ausgebreitete epileptiforme Krämpfe übergehen.

Die beträchtliche Reizgrösse, deren es für die Herbeiführung der Rumpfbewegungen vom Stirnlappen aus bedarf, kann nur auf den ersten Blick überraschen. Hrn. Hitzig* ist es nicht entgangen, dass, um beim Hunde den Orbicularis palpebrarum, den Augapfel, die Vorderextremität, die Hinterextremität, den Nacken in Bewegung zu setzen, jedesmal der Reihe nach der Reiz zu verstärken ist[130]; und er hat die Erklärung darin gesucht, dass die zu bewegende Last und damit der erforderliche Kraftaufwand zunimmt. Wirklich bestätigte sich ihm auch eine darauf gegründete Vermuthung, indem er an der blossgelegten Nackenmuskulatur einzelne Muskeln auf einer oder beiden Seiten schon dann sich contrahiren sah, wenn die die Nackenregion treffenden Ströme noch zu schwach waren, als dass Kopf und Hals in Bewegung kamen. Ganz dem entsprechend habe ich nach Blosslegung der Rückenmuskulatur auf Reizung des Stirnlappens manchmal schon bei $6-8^{cm}$ Rollenabstand, unter voller Ruhe der Rumpfwirbelsäule, Contractionen einzelner Rückenmuskeln auf einer oder beiden Seiten beobachtet. Nicht bloss thatsächlich, sondern auch ganz gut in Rücksicht auf Hrn. Hitzig's Erklärung schliessen sich daher nunmehr der vorhin gegebenen Reihe noch Brust und Bauch und endlich die Rücken-Lendenwirbelsäule an. Nur ist zu bemerken, dass ausser der Stärke der reizenden Ströme auch noch die Dauer der Reizung, wie es schon Hr. Ferrier** wollte, von Bedeutung ist. Ohne jedes feinere Hülfsmittel ist es für die mediale Partie der Nackenregion und vollends für den Stirnlappen leicht zu constatiren, dass, um Bewegungen hervorzurufen, die reizenden Inductionsströme hier länger einwirken müssen, als überall sonst am Scheitellappen. Der zu geringen Reizdauer möchte ich es darum auch zuschreiben, dass mit dem galvanischen Strome von der medialen Partie der Nackenregion aus nur selten, vom Stirnlappen aus gar nicht ein Reizerfolg zu erhalten war.

Doch diese und mancherlei andere annoch dunkle Thatsachen, welche bei den Reizversuchen aufstossen, aufzuklären, ist hier ebensowenig unsere Sache, wie die noch fehlende Verbindung im Verständnisse zwischen den Reiz- und den Exstirpationserfolgen herzustellen. Uns genügt hier, dass die vermeintliche Unerregbarkeit des Stirnlappens sich als eine Täuschung erwiesen hat, und dass vom Stirnlappen aus mittels elek-

* Untersuchungen u. s. w. S. 91—2, 48.

** Functions etc. p. 131—2. (Übersetzung, S. 143—4.)

trischer Reizung gerade so Bewegungen beim Hunde des Rumpfes, beim Affen des Nackens und des Rumpfes sich herbeiführen lassen, wie von der Vorderbeinregion, der Hinterbeinregion, der Ohrregion u. s. w. der Fühlsphäre im Scheitellappen aus Bewegungen des Vorderbeines, des Hinterbeines, des Ohres u. s. w. Dadurch ist die Richtigkeit dessen, was unsere Exstirpationsversuche ergaben, dass die Stirnlappen-Rinde beim Hunde die Rumpfregion, beim Affen die Rumpfregion und die Nacken-(Hals-)region der Fühlsphäre darstellt, noch besonders verbürgt. Und neu hinzugewonnen ist die Einsicht, dass unsere Rumpfregion ihren Namen im vollen Umfange verdient. Denn wenn ich auch bloss hin und wieder an Hunden, welchen beide Stirnlappen abgetragen waren, Störungen im Schnüffeln und Bellen beobachtet habe, so dass ich, zumal bei der Schwierigkeit der Constatirung, gar kein Gewicht darauf habe legen dürfen, so ist doch nach den Erfolgen der Reizversuche am Stirnlappen nicht wohl daran zu zweifeln, dass unsere Rumpfregion ausser der normalen Haltung und der willkürlichen Bewegung der Rumpfwirbelsäule auch noch die willkürlichen Brust- und Bauchbewegungen beherrscht.

5. Schlussbemerkungen.

Einfach ist nunmehr die Stellung anzugeben, welche der Stirnlappen-Rinde innerhalb der ganzen Grosshirnrinde zukommt. Von den Sinnessphären, in welche die Grosshirnrinde — gleichmässig an beiden Hemisphären — zerfällt, der Sehsphäre, der Hörsphäre, der Fühlsphäre u. s. w., in deren jeder die specifischen Empfindungen, Wahrnehmungen und Vorstellungen eines Sinnes zustandekommen und die zugehörigen latenten Erinnerungsbilder ihren Sitz haben, bildet die Stirnlappen-Rinde zusammen mit der Scheitellappen-Rinde die Fühlsphäre und ist denjenigen Körpertheilen zugeordnet, welche nicht durch die Scheitellappen-Rinde vertreten sind: dem Rumpfe, bezw. dem Nacken und dem Rumpfe. In dem Masse, wie jeder andere Rindenabschnitt, hat dann auch die Stirnlappen-Rinde theil an der sogenannten Intelligenz, dem Inbegriffe und der Resultirenden aller primären Sinnesvorstellungen und der aus diesen weiter entwickelten complicirteren Vorstellungen; und zwar ist sie an der Intelligenz betheiligt mit denjenigen einfachen und verwickelteren Vorstellungen, welche die Gefühlswahrnehmung von seiten der mit ihr verknüpften Körpertheile zur Grundlage haben.

Aber wie ist denn der Widerspruch zu lösen, dass entgegen den Ergebnissen des Versuches Pathologie und vergleichende Anatomie so sehr anderes über die Stirnlappen lehren, dass Hr. Hitzig, Hr. Ferrier und Hr. Wundt in den höheren Seelenthätigkeiten, der Aufmerksamkeit, der Apperception u. dgl. m. die Leistungen dieser Lappen haben an-

nehmen können? So drängt sich unabweislich jetzt die Frage auf, und ihrer Beantwortung darf ich mich zum Schlusse nicht entziehen.

Die vermeintlichen Lehren der Pathologie verflüchtigen sich bei näherem Zusehen geradezu in ein Nichts.

Wenn das Vermögen der Aufmerksamkeit und Gedankensammlung bei Idioten gering und unvollkommen ist, so sind dort in der Regel nicht die Stirnlappen mangelhaft entwickelt, wie Hr. Ferrier sagt, sondern die Stirnlappen und zugleich auch die anderen Lappen des Grosshirns. Einzelnen Fällen, in welchen die Stirnlappen vollkommen oder zum grössten Theile zerstört waren oder fehlten, stehen andere Fälle gegenüber, in welchen die Stirnlappen ganz normal waren; und für die ersteren Fälle ist es durchaus fraglich, ob nicht die übrigen Lappen, wenn auch nicht in dem Grade wie die Stirnlappen, doch gleichfalls geschädigt oder unentwickelt waren.

Dass beim paralytischen Blödsinn vorzugsweise die Stirnlappen erkrankt sind, würde, wenn es richtig wäre, nichts beweisen können. Aber es ist nicht einmal richtig, da man die diffuse Encephalomeningitis, welche zur progressiven Paralyse führt, die mannigfachsten Läsionen hat setzen sehen; und die Psychiater sind jetzt gerade auf dem besten Wege, die Abnormitäten der paralytischen Irren ebenso auf die Läsionen der verschiedenen Rindenpartien zurückzuführen, wie ich vor Jahren nach meinen Versuchen den „Blödsinn“ habe zergliedern können[131].

Weiter, dass Krankheiten der Stirnlappen besonders ausgezeichnet sind durch Blödsinn oder allgemeine geistige Degradation, und dass Verletzungen der Stirngegend bleibende Störungen der geistigen Fähigkeiten und Eigenschaften mit sich bringen, das lässt sich bloss kritiklos und ganz willkürlich einzelnen Erfahrungen entnehmen, welchen eine sehr viel grössere Zahl gegentheiliger Erfahrungen gegenübersteht. Darüber ist auch so sehr alles einig, dass, so vielfach in der letzten Zeit die Localisation der Hirnkrankheiten auf grund des gesammten vorliegenden Materiales studirt worden ist, doch von keiner Seite Schlüsse jener Art sind gezogen worden.

Endlich ist selbst das nicht zuzugeben, dass ansehnliche Verletzungen der Stirngegend ohne alle Bewegungs- und Sinnesstörungen verlaufen sind. Richtig ist nur, dass solche Störungen nicht gefunden worden sind: und das will wenig sagen bei der Entwickelung, welche wir die Grosshirn-Pathologie neuerdings im Gefolge der Physiologie haben nehmen sehen. Hat man doch als Folgen von Rindenläsionen, welche man ehedem ganz symptomlos verlaufen liess, in grosser Zahl Bewegungsstörungen erkannt und auch Sinnesstörungen herausgefunden, welche früher der Beobachtung ganz entgangen waren.

Nicht minder schlecht sehen wir es dann um die Lehre der vergleichenden Anatomie bestellt.

Die vergleichende anatomische Betrachtung des Stirnlappens entbehrt vorderhand noch der wichtigsten Grundlage, indem die Abgrenzung des Lappens weder auf grund der Entwickelungsgeschichte, noch auf grund des Baues oder der anatomischen Verbindungen des Lappens erfolgen kann, sondern bloss auf die Furchung der Hirnoberfläche sich stützt. Und selbst bei dieser so wenig bedeutsamen Abgrenzung herrscht noch Willkür in der Wahl der hinteren Grenzfurche und in der Art, wie man zu dieser Furche die übrige Grenze ergänzt. Ob man nun aber die hintere Grenze des Stirnlappens für den medialen Theil der Convexität am Sulcus cruciatus, bezw. Rolandi[132] oder an der Hauptstirnfurche* und für den lateralen Theil der Convexität an der Fissura Sylvii oder wiederum an der Hauptstirnfurche annehmen will, jedenfalls muss man bei der Vergleichung verschiedener Thiere dieselbe Begrenzung überall festhalten und darf nicht, wie es zu geschehen pflegt, beim Hunde und bei der Katze die Hauptstirnfurche, beim Affen und beim Menschen dagegen die Fissura Sylvii am lateralen Theile der Convexität die Grenze bilden lassen. Wir können dann nicht schwanken, für die Hauptstirnfurche durchweg als Grenze uns zu entscheiden. Oben gebot es der physiologische Standpunkt; denn hinter jener Furche liegen die Armregion und die Kopfregion der Fühlsphäre gleichmässig nicht nur bei der Katze, beim Hunde und beim Affen, sondern auch beim Menschen, da ja dessen sogenannte untere (dritte) Stirnwindung, deren Läsion die ataktische Aphasie — den Verlust von Bewegungsvorstellungen für Lippen, Kiefer, Zunge — setzt, vollkommen der vorderen Partie der Kopfregion der Thiere entspricht. Hier verlangt dasselbe der Umstand, dass nur so die anatomische Unterlage zu gewinnen ist, auf welche es gerade ankommt.

Wirklich nämlich stellt sich so für die Säugethiere, welche bequem der Untersuchung zugänglich sind, ein gewisser Parallelismus zwischen der relativen Grösse des Stirnlappens und der Höhe der Intelligenz heraus. Das ist gar nicht zu verkennen; und es ist nicht richtig, was Longet[133] meint, dass das Schaf hier aus der Reihe fällt. Mich stört nur, dass, wenn der Unterschied der relativen Grösse des Stirnlappens zwischen Hund und Affen dem Sprunge entsprechen soll, welchen dort die Intelligenz vollzieht, der so viel grössere Sprung, welchen die Intelligenz vom Affen zum Menschen macht, so wenig am Stirnlappen des Menschen sich documentirt. Denn vergleicht man, was allein vergleichbar ist, und begeht man nicht den Fehler, dass man die relative Grösse

---

* Beim Menschen ist unsere Hauptstirnfurche diejenige Furche, welche Ecker in ihrem einen Stücke als die senkrechte, in ihrem anderen Stücke als die untere Stirnfurche bezeichnet. Vgl. Ecker, Die Hirnwindungen des Menschen. Braunschweig 1869. Fig. 1 S. 7.

des Stirnlappens, auf welche es hier nur ankommen kann, mit seiner absoluten Grösse verwechselt, so kann man den Stirnlappen des Menschen dem des Affen gegenüber gar nicht auffallend mehr in Grösse und Faltung entwickelt finden, als es der Grössen- und Faltungszunahme des ganzen Grosshirns entspricht. Ebenso sehe ich, wenn unter den Menschen selber mit der höheren Intelligenz eine grössere Ausbildung oder Faltung des Stirnlappens sich verbindet, die letztere immer mit einer entsprechend grösseren Ausbildung oder Faltung des ganzen Grosshirns verknüpft.

Doch davon ganz abgesehen, ist es ein anderes, jenen ungefähren Parallelismus zu erkennen, ein anderes, daraufhin den Stirnlappen die höheren Seelenthätigkeiten zuzuschreiben. Mit letzterem, wo es geschah, hat man die Grenzen dessen verkannt, was aus der vergleichenden Anatomie an sich zu entnehmen ist. Einen derartigen Schluss zu ziehen, dafür gebrach es schon an der Sicherheit, dass gleichmässig bei allen den Thieren die Grosshirnrinde zwischen denselben Furchen als Grenzen mit qualitativ genau denselben, nicht mehr und nicht weniger Leistungen betraut ist; und dafür fehlte weiter der bei irgendeinem der Thiere geführte Nachweis, dass durch die Schädigung der Stirnlappen eine Schädigung der höheren Seelenthätigkeiten bedingt ist. Nichts weiter als eine Vermuthung, brauchbar für die anderweitigen Untersuchungen, war es mithin, was jener Parallelismus hinsichts der Functionen der Stirnlappen an die Hand gab; und die Vermuthung hat die Probe nicht bestanden, der Versuch hat sie jetzt als unrichtig erwiesen.

Die willkürlichen Deutungen und die unberechtigten Schlüsse ausgeschieden, widersprechen also Pathologie und vergleichende Anatomie in der Wirklichkeit nirgend den Ergebnissen des Versuches. Aber diese Ergebnisse verhelfen uns auch noch zu einem richtigen Verständnisse der beiden einzigen Thatsachen, auf welche wir bei der eben gehaltenen Musterung stiessen, des ungefähren Parallelismus, welcher zwischen der relativen Grösse des Stirnlappens und der Höhe der Intelligenz besteht, und der anscheinenden Symptomlosigkeit selbst ansehnlicher Verletzungen der Stirngegend. Dass offenbar gerade diese beiden Thatsachen im Vereine es waren, welche so lange zur falschen Auffassung der Stirnlappen-Leistungen verführten, verleiht der besseren Einsicht hier einen besonderen Werth.

In der Reihe der betrachteten Säugethiere wächst ähnlich, wie die Intelligenz, auch die Beweglichkeit des Rumpfes: und diese, nicht jene, ist es, welche in der Entwickelung des Stirnlappens zum Ausdrucke kommt. Für den Affen und den Menschen ist überdies noch eine besondere Vergrösserung des Stirnlappens dadurch gesetzt, dass die Nackenregion, sonst hinter dem Stirnlappen gelegen, hier, mindestens zu einem ansehnlichen Theile, gleichfalls dem Stirnlappen zufällt. Ist nun auch nach Abzug dieser Region der Stirnlappen des Affen noch immer ver-

hältnissmässig sehr gross, so hat doch der Abstand vom Hunde zum Affen jetzt nicht mehr das Störende wie vorher, zumal da die Rumpfregion ausser der willkürlichen Bewegung auch die normale Haltung des Rumpfes beherrscht und deshalb die beim Affen häufige, beim Menschen regelmässige aufrechte Haltung noch mit in Rechnung zu bringen ist.

Erinnern wir uns andererseits, dass die Brust- und die Bauchbewegungen, ferner die normale Haltung und sogar auch noch ein Theil der Bewegungen der Rumpfwirbelsäule von jeder Hemisphäre aus beiderseitig beherrscht sind, so lassen sich beim Menschen Störungen in alledem nach ansehnlicher Verletzung der Stirnlappen erst dann erwarten, wenn diese Verletzung eine beiderseitige symmetrische ist: unter Umständen also, welche naturgemäss nur sehr selten sich verwirklicht finden und noch seltener die Constatirung der Störungen zulassen werden. Unsymmetrische Verletzungen beider Stirnlappen oder die ausgedehnte Verletzung eines einzelnen Stirnlappens werden aber günstigstenfalls bloss Störungen für die Seitwärtsbiegung und Drehung der Wirbelsäule mit sich bringen, Störungen, welche gegenüber den auffälligen Bewegungsstörungen am Arme, am Beine, am Kopfe u. s. w. sehr zurücktreten, und an deren Beachtung man noch kaum gedacht hat.

Die Berechtigung, unsere Ermittelungen am Affen so, wie ich es eben that, auf den Menschen zu übertragen, kann, weil es nur um die gröbsten Functionen der Hirntheile sich handelt, schon an sich keinem Bedenken unterliegen, vollends aber nicht, nachdem die vorausgesetzte Übereinstimmung beim Affen und beim Menschen für andere Grosshirnpartien bereits mehrfach nachgewiesen ist. Täusche ich mich nicht sehr, so liegen sogar schon pathologische Erfahrungen vor, welche mit unseren Versuchsergebnissen im Einklange sind. Denn ich finde bei der Durchsicht der pathologischen Litteratur für Idioten, für Mikrocephalen, für Fälle ausgedehnter Stirnhirn-Läsionen manchmal den krummen Rücken, die vornübergebeugte Haltung, auch die Unfähigkeit zu normalem Stehen und Gehen — bei freier Beweglichkeit der Glieder — verzeichnet. Indess mag bei der Gesammtbeschaffenheit des Materiales von einer Bestätigung unserer Ermittelungen vorerst keine Rede sein. Bessere pathologische Ergebnisse werden nicht ausbleiben, nachdem der alte Aberglaube von den höheren Seelenthätigkeiten im Stirnhirn durch die Erkenntniss von dessen Leistungen beseitigt ist.

Anmerkungen.

[124] Goltz (Deutsche Rundschau, 12. Jahrg. 1885. S. 280): „Munk behauptet, dass ein Hund, welcher die Rumpfsphäre *einer Seite* eingebüsst hat, . . die Neigung zeigt, einen Katzenbuckel zu machen. . Zur Kennzeichnung der Munk'schen Ent-

deckung genügt es darauf hinzuweisen, dass die beschriebenen Erscheinungen vollständig fehlen können bei Thieren, denen *ein* ganzer Stirnlappen zerstört wurde."

[125] S. o. S. 53—5, Fig. 3 S. 50.

[126] Zu dieser meiner Ausführung vom Juli *1882* über Störungen der Nahrungsaufnahme infolge schwerer Schädigung der Kopfregionen der Fühlsphären muss ich hinzufügen, dass Goltz die Fressstörungen im Jahre *1884* *„zuerst entdeckt und beschrieben"* hat. Zu dem am 23. April 1884 auf dem Congresse für innere Medicin zu Berlin gehaltenen Vortrage von Goltz hatte Fritsch kritische Bemerkungen gemacht (Berliner klin. Wochenschr. 1884. S. 299), und in seiner Erwiderung (ebenda, S. 313—4) sagt Goltz: „Ich habe aber mehr gethan. Ich habe nicht nur berechtigte Kritik an den Angaben meiner Gegner geübt, sondern ich habe *neue Beobachtungen* gemacht, und *die wahre Localisation des Vorderhirns enthüllt.* Die höchst merkwürdigen Störungen bei Aufnahme der Nahrung, welche Hunde mit hochgradigem Substanzverlust des Vorderhirns nie vermissen lassen, habe ich zuerst entdeckt und beschrieben. *Der Schwerpunkt der Demonstrationen, die ich zu machen hatte, war eben der, dass ich diese Fressstörungen bei dem mitgebrachten Hunde zeigen konnte.* Diejenigen meiner Zuhörer, die zu schätzen wussten, was eine neue Thatsache ist, waren auch zufrieden damit, diese Thatsache selbst zu sehen. Hrn. Fritsch allerdings schien die Bestätigung dieser Thatsache nicht zu dringend. Er behauptet, dieselbe schon gekannt zu haben. Darauf antworte ich, dass es *Brauch unter Forschern ist, Entdeckungen demjenigen zuzurechnen, der sie macht und bekannt giebt,* und nicht demjenigen, welcher sie sorglich verschweigt. . Noch wunderbarer ist es, dass er die Fressstörungen, die nur bei doppelseitig operirten Thieren vorkommen, gekannt hat, da er nur auf einer Seite operirte Thiere beobachtet hat. . Diejenigen meiner Leser, welche sich für die Sache interessiren, verweise ich auf die ausführliche Abhandlung, welche ich *vor einigen Tagen bereits abgeschickt habe und die in Pflüger's Archiv erscheinen wird.*"

Fritsch hatte darin, dass der Hund nicht mit dem Kopfe den richtigen Weg zu dem vorgehaltenen Bissen zu finden vermochte, sondern wiederholentlich vorbeischnappte, den besten Beweis für die Ataxie der Nackenmuskeln gesehen (a. a. O. S. 300). Und man wird Fritsch schwerlich Unrecht geben können, wenn man Goltz' Darlegung der Fressstörungen in Pflüger's Arch. Bd. 34. 1884. S. 473—4 liest. Erst in Pflüger's Arch. Bd. 42. 1888. S. 440—3 beschreibt Goltz solche Fressstörungen, wie sie von mir oben im Texte geschildert sind, an Hunden, welchen er grosse symmetrische Abschnitte der vorderen Hälfte des Grosshirns weggenommen hatte. Ein Hund „konnte nicht mehr saufen, sondern nur noch lecken. Feste Nahrung nahm er von der letzten Operation ab bis zu seinem Tode freiwillig nicht mehr zu sich. Er musste künstlich gefüttert werden. Ich lege auf *die von mir zuerst gemachte Beobachtung,* dass symmetrisch vorn operirte Thiere schwere Störungen bei der Aufnahme der Nahrung zeigen, hohen Werth. . Hitzig sieht das Wesen der Erscheinung darin, dass die Thiere nicht mehr willkürlich den Kopf an die Nahrung heranzubringen vermögen. . Hitzig hat die Fressstörungen nie gesehen, aus dem einfachen Grunde, weil er *so wenig wie irgend einer* seiner Meinungsgenossen jemals einen Hund mit symmetrischer tiefer Zerstörung der sogenannten motorischen Zone *am Leben erhalten hat.* Dass ein solcher Hund Störungen in der Bewegung des Kopfes hat, habe ich S. 474 des 34. Bdes dieses Archivs beschrieben. Diese Störungen reichen aber für sich nicht aus, um die Unfähigkeit der Aufnahme fester Nahrung zu erklären. Der Hund ist nämlich, wenn die Fressstörung hochgradig ist, auch dann unfähig, Fleisch zu fressen, wenn ihm gar keine Kopfbewegungen zugemuthet werden. . Es wurde ihm der Kopf in einen Napf voll Milch hin-

eingetaucht. Das Thier prustete und beleckte sich danach die Nase. . (Wir steckten) den in Leckbewegungen begriffenen Kopf schnell in einen anderen Napf, welcher mit kleingeschnittenen Stücken Pferdefleisch gefüllt war. Der Hund hatte nur nöthig, das Maul zu öffnen, um es sogleich mit Fleisch gefüllt zu erhalten; aber diese Bewegung erfolgte nicht."

Störungen der Nahrungsaufnahme, wie sie mein Text oben im Jahre 1882 nach schwerer Schädigung der Kopfregionen der Fühlsphären schilderte, habe ich später auch nach unvollkommener Zerstörung der Corpora striata bei (Tauben und) Hunden gefunden (Congrès pér. internat. d. sc. médic. Copenhague 1884. Compte rendu, T. I. Copenhague 1886. Section de Physiologie, p. 58). Auf beiderlei Beobachtungen habe ich auf der Berliner Naturforscher-Versammlung 1886 nach dem Goltzschen Vortrage noch besonders aufmerksam gemacht, was ich für die richtige Würdigung der vorstehenden Goltz'schen Äusserung vom Jahre 1888 hervorhebe. Aronsohn hat entsprechende Fressstörungen in 3 Fällen bei Kaninchen gesehen; sie traten schon nach blossem Einstich mit einer Nadel in der Gegend des Corpus striatum ein und führten nach ca. 14 Tagen den Inanitionstod der Thiere herbei (Tageblatt der 59. Naturf.-Vers. zu Berlin 1886. S. 143).

Über vorübergehende Störungen der Nahrungsaufnahme s. o. S. 149.

[127] S. o. S. 57.

[128] S. o. S. 49.

[129] Zu dieser „vorderen Halsmuskulatur" gehört auch, wie H. Krause beim Hunde gezeigt hat (Sitzungsber. d. Berliner Akad. 1883. S. 1121; du Bois-Reymond's Arch. 1884. S. 203), die Muskulatur des Kehlkopfes und des Rachens. Elektrische Reizung der steil nach unten abfallenden Fläche des Gyrus praefrontalis R. Owen führt Schluckbewegungen, Hebung des Gaumensegels, Contractionen des oberen Rachenschnürers wie auch des hinteren Theiles des Zungenrückens und der Arcus palatoglossi, endlich partiellen oder totalen Verschluss der Glottis und des Aditus laryngis herbei. Nach Exstirpation der bezeichneten Rindenstelle auf beiden Seiten bellt der Hund nicht mehr in normaler Weise, sondern giebt nur noch quietschende, kreischende, winselnde Laute wie das neugeborene Thier von sich. Spätere hierhergehörige Erfahrungen haben am Affen, Hunde und anderen Thieren Semon und Horsley (Lancet, May 29, 1886; Phil. Transact. of the R. S. of London, Vol. 179 [1888], B, p. 8 Note; British Med. Journ., Dec. 21, 1889; Berliner klin. Wochenschr. 1890. No. 4), am Hunde Masini (Sui centri motori corticali della laringe. Napoli 1880) gemacht.

In den Erwiderungen von Semon und Horsley auf eine Beschwerde von Krause (Berliner klin. Wochenschr. 1890. No. 4. S. 81) findet sich ein Vorwurf, den ich nicht übergehen darf, weil ich die bezüglichen Arbeiten von Krause veranlasst habe. Semon und Horsley sagen (ebenda, S. 84): „. . wir konnten Prof. Krause's Untersuchungsergebnisse nicht als die „„ersten"" Forschungen über den Gegenstand anerkennen, da es uns wohl bekannt war, dass Prof. Ferrier bereits im Jahre 1876 die vor dem Gyrus sigmoideus und unterhalb desselben gelegene Region bei Hunden als gelegentlich stimmerzeugend bezeichnet hatte, und dass bereits im Jahre 1878 Dr. Duret (Paris) die Wirkungen der Abtragung resp. Compression dieser Gegend auf das Bellen der Hunde beschrieben hatte. Und wir möchten hier beiläufig bemerken, dass es uns nicht wenig auffallend erscheint, dass Prof. Krause, der über die Nichterwähnung seines Namens in einer „„vorläufigen Mittheilung"" so streng denkt, so weit uns bekannt, versäumt hat, der Beobachtungen dieser seiner Vorgänger in irgend einer seiner ausführlichen Arbeiten zu gedenken! —"

Man muss, was den Schlusssatz betrifft, fragen, wie eine Versäumniss Krause's

„in irgend einer seiner ausführlichen Arbeiten“ diejenigen finden konnten, welche auf derselben Seite sagen: *„Seine einzige uns bekannte Arbeit über den Gegenstand* ist ein äusserst kurzer Bericht über seine Experimente (Sitzungsber. d. Berl. Akad. 1883)“, und welche 3 Wochen später erklären, dass sie Krause's (in du Bois-Reymond's Archiv befindliche) „ausführlichere Arbeit *nunmehr* ebenfalls gelesen haben“ (Berliner klin. Wochenschr. 1890. No. 7. S. 156). Krause ist auch, wie ich sehe, nirgend weiter auf die hier in Rede stehenden Untersuchungen zurückgekommen, sondern hat nur einmal bezüglich der Inspection des Kehlkopfes auf seine frühere Mittheilung verwiesen (Virchow's Arch. Bd. 98. 1884. S. 296) und dabei gerade nicht die Sitzungsberichte, sondern das Archiv citirt. Aber auch anderes ist nicht recht verständlich, z. B. wie auf Krause's Bemerkung, er hätte nicht voraussetzen können, dass der Herausgeber des Centralblattes für Laryngologie seine ausführliche Mittheilung nicht kennen sollte, die Antwort erfolgen konnte: „Es ist Hrn. Prof. Krause sehr wohl bekannt, dass die erste Nummer dieses Blattes am 1. Juli 1884 erschienen ist und seine Thätigkeit mit der Besprechung der seit dem 1. Januar 1884 erschienenen Arbeiten begonnen hat. (Vergl. Centralblatt I, No. 1, S. 9.) Hrn. Prof. Krause's Arbeit ist aber im Archiv für Physiologie für *1883* veröffentlicht! — —“ Denn Ausrufungszeichen und Gedankenstriche hätten hier wiederum eher die Leser zu setzen Anlass gehabt, da die Krause'sche Arbeit im Archiv für 1884 veröffentlicht ist. Der harte Vorwurf scheint mir deshalb nur dem Eifer des Streites entsprungen zu sein; und ich glaube dessen um so sicherer sein zu dürfen, als vorher von Krause'schen „Vorgängern“ so wenig die Rede war, dass in den Phil. Transact. Vol. 179, B, p. 8 Note, auf die Anzeige, Semon und Horsley hätten beim Affen auf Reizung des unteren Endes des Gyrus frontalis ascendens phonatorischen Glottis-Schluss erhalten, der Zusatz folgte: „Ein gleichartiges Centrum wurde beim Hunde von H. Krause *entdeckt* (discovered)“.

Immerhin müssen wir prüfen, was es damit auf sich hat, dass Semon und Horsley nochmals betonen (Berliner klin. Wochenschr. 1890. No. 7. S. 156): . . „es steht unbestreitbar fest, dass diesen beiden Forschern (Ferrier und Duret), obwohl sie nicht den Focus der Repräsentation der Phonationscentren in der Rinde, sondern nur deren Region entdeckt haben, jedenfalls zuerst die grundlegende Idee, dass die Phonation überhaupt in der Hirnrinde speciell repräsentirt sei, zur klaren Erkenntniss gekommen ist, und in diesem Sinne sind dieselben ganz entschieden die Vorgänger aller weiteren Forscher auf diesem Gebiete, also auch des Hrn. Prof. Krause“.

Ferrier (Functions etc. 1876. p. 150; Übersetzung, S. 164) schildert den Erfolg der Reizung des durch den Kreis *9* bezeichneten Rindengebietes des Hundes, d. i. der vorderen Vereinigungsstelle der dritten und vierten Windung: *„Öffnung des Mundes und Bewegung der Zunge*, die abwechselnd vorgestreckt und zurückgezogen wird. Beiderseitige Reaction. Gelegentlich hatte die Reizung dieser Region, wie ich es bei meinen ersten Versuchen beschrieb, auch *Lautgebung* (vocalisation) oder schwache Versuche zum *Bellen* oder Knurren zur Folge. In einem späteren Versuche that sich das sehr schlagend dar. Jedesmal dass die Elektroden dieser Region angelegt wurden, liess das Thier ein lautes und deutliches Bellen hören. Um die Möglichkeit eines zufälligen Zusammentreffens auszuschliessen, reizte ich darauf verschiedene Stellen der freigelegten Hemisphäre nach einander und führte die charakteristische Reaction jedes Centrums, aber kein Bellen herbei. Die Wiederanlagerung der Elektroden an das *Mundcentrum* entlockte das Bellen, und so machte es sich gleichmässig mehrmals nach einander“. In der zweiten Auflage 1886 heisst es dann: „Diese Region ist daher ein *Lautgebungs- oder Sprachcentrum*“ (S. 252). In beiden Auflagen lässt Ferrier die Region derjenigen des Affenhirns entsprechen, von welcher aus auf Reizung Mund- und Zungenbewegungen eintreten.

Duret sagt (Comptes rend. des séances de la Soc. de Biologie, 1877. p. 5): „Beim *Menschen* existirt für die *dritte Stirnwindung* eine besondere Arterie . ." (und eine analoge Arterie findet man bei Hund, Katze u. s. w.) „Im Gebiete dieser Arterie beschreibt Ferrier bei den Thieren, wie beim Menschen, die Bewegungscentren *der Zunge, der Kiefer, der Lippen* u. s. w. Wir haben an zwei Hunden *diese* Region exstirpirt, um zu sehen, ob sich Erscheinungen darbieten würden analog denen, welche man beim *Menschen* nach der Verletzung der *dritten Windung* beobachtet. In der That scheinen diese Thiere die Fähigkeit zu *bellen* verloren zu haben. Sie können noch Klagelaute ausstossen, grunzen u. s. w., aber, wie Charcot uns gezeigt hat, seufzen auch die *Aphasischen* und klagen sie oft laut. Indess betrachten wir das Ergebniss dieser Versuche noch nicht als sicher; denn erst seit 14 Tagen sind die Thiere in Beobachtung." Ferner erzählt Duret (ebenda, S. 110) von einem misslungenen Versuche, bei welchem er an einem grossen Hunde die Region, welche der Arterie der Sprache entspricht (correspondant à l'artère du langage), zu exstirpiren versucht hatte. Sodann hören wir von Duret in den Études expérimentales et cliniques sur les traumatismes cérébraux. T. I. Paris 1878. p. 142: „Bei einem Hunde . . konnten wir die Fähigkeit zu bellen aufheben, . . indem wir eine vor und unter dem Gyrus sigmoideus gelegene Windung zerstörten. Ferrier hatte diese Region als ein motorisches Centrum für die *Zunge und die Lippen* angezeigt. Durch anatomische Deductionen . . waren wir dazu gekommen, diese Region der *dritten oder Broca'schen Windung beim Menschen* gleichzustellen. Die Abtragung dieser Region hat diese Hypothese bewahrheitet, indem sie das *Bellen* für fast 2 Monate aufhob. In dieser Zeit konnte unser Hund kaum grunzen oder einige Klagelaute ausstossen. Mit Hülfe eines localisirten Druckes auf *dieselbe Region* haben wir analoge Erscheinungen bei einem anderen Hunde erhalten: wovon später." Endlich lesen wir ebenda, S. 249: (Von anatomischer Seite her) „waren wir zu glauben veranlasst worden, dass eine unter dem Gyrus sigmoideus gelegene Windung beim Hunde der Sitz des *Bellcentrums* wäre und *das Analogon der dritten oder Broca'schen Windung beim Menschen.* Wir hatten diese Region exstirpirt, welche nach Ferrier die Bewegungscentren der *Zunge* enthielt: das Thier hatte für mehrere Wochen die Fähigkeit zu bellen eingebüsst: es hatte sie nur allmählich und, so zu sagen, durch Lernen wiedererlangt. Zu Anfang seiner neuen Erziehung bellte es falsch und unregelmässig, wie ein ganz junger Hund. Bei dem Thiere der folgenden Beobachtung suspendirte man abwechselnd und liess sich wiederherstellen den Blutlauf im Niveau der *Sprachwindung:* jedesmal bellte das Thier, wie um von der Anwesenheit einer fremden Person zu benachrichtigen . . ." Und im Versuchsprotokolle (S. 250) unter der Überschrift „Compression der *Sprachwindung*" heisst es: „Eine Korkplatte war zwischen Schädel und vorderer Partie der rechten Hemisphäre eingeführt und eingeklemmt worden, so dass sie einen Druck ausübte. Während man leicht auf die *hintere untere* Partie der Korkplatte drückt, fängt das Thier abgesetzte Belllaute auszustossen an, wie ein Hund, der meldet oder kläfft. . Drückt man auf einen anderen Punkt der Korkplatte, so ist das Ergebniss nicht dasselbe, man veranlasst nicht Bellen, man führt eine forcirte Streckung der Vorder- und der Hinterpfote der entgegengesetzten Seite herbei . . ."

Danach ist folgendes klar: Worauf Ferrier gelegentlich gestossen ist, und was Duret gesucht und gefunden hat, ist nach deren eigenen Angaben das dem Sprachcentrum entsprechende Bellcentrum gewesen, gelegen vorn in der dritten und vierten Windung, zugleich Centrum für Mund- und Zungenbewegungen. Mit einem solchen Centrum hat Krause gar nichts zu thun gehabt; vielmehr hat er, um in derselben Ausdrucksweise zu bleiben, das Centrum für Kehlkopfbewegungen, an das jene Autoren nicht im entferntesten gedacht haben, gesucht und

durch unmittelbare Beobachtung des Kehlkopfes vorn in der ersten Windung gefunden: ein Centrum, durch dessen Reizung gerade nicht Bellen, nicht Mund- und Zungenbewegungen, sondern Bewegungen der Kehlkopf- und Rachenmuskeln herbeigeführt werden. Semon und Horsley haben also zwei durchaus verschiedene Dinge zusammengeworfen; und so bestimmt sie von „Vorgängern" von Krause sprechen, so sicher ist ihre Behauptung unrichtig.

Übrigens ist der erste, der Beziehungen des Grosshirns zum Bellen ermittelt hat, Bouillaud gewesen (Journ. de Physiologie, par Magendie, T. 10. 1830. p. 89). Ein Hund, welchem das Grosshirn von rechts nach links „an der Vereinigung der vorderen mit den mittleren Lappen, vor dem vorderen Ende der Seitenventrikel" durchbohrt worden war, so dass man den Finger einführen konnte, genas und wurde durch 7 Wochen beobachtet. Unter den Abnormitäten, welche der Hund zeigte, führt Bouillaud an: „Er bellte nicht, weder um seine Zuneigung zu beweisen, noch um die Fremden zu entfernen, welche in das Haus kamen. Nur einmal versuchte er eher zu bellen, als dass er wirklich bellte, wider einen Passanten."

[130] Vgl. auch Fürstner, Arch. f. Psychiatrie, Bd. 6. 1876. S. 730; Vulpian, Compt. rend. de l'Acad. d. sc., T. 100. 1885. p. 1038.

[131] S. o. S. 58—9.

[132] Je strenger man von anatomischer Seite darauf gehalten hat, bei der Aufstellung der Homologien der Grosshirnfurchen sich von rein anatomischen Grundsätzen leiten zu lassen, desto bemerkenswerther ist es, dass auch morphologisch nach den neuesten Untersuchungen der Sulcus cruciatus der Carnivoren dem Sulcus Rolandi des Menschen und des Affen homolog sich ergeben hat. Vgl. Kükenthal und Ziehen, Denkschriften der medic.-naturwiss. Ges. zu Jena, Bd. 3. 1889. S. 177 ff. — Eberstaller, Das Stirnhirn. Wien 1890. S. 111 ff. (Von der kleinen Variante dieses Forschers wird man absehen dürfen.)

[133] Anatomie und Physiologie des Nervensystems. Deutsch von Hein. Bd. 1. Leipzig 1847. S. 514.

Zwölfte Mittheilung.

(Gelesen in der Gesammtsitzung der Königl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin am 12. Juli 1883.)*

Gegenüber meinen früheren Mittheilungen über das Grosshirn ist der heutigen gewissermassen eine niederere Aufgabe zugewiesen. Als ich an die Untersuchung des Grosshirns herantrat, durfte die Frage nach den Functionen, welche dem Organe im ganzen zukommen, durch Flourens und seine Nachfolger als erledigt gelten, und es war um eine weitere Einsicht in das Organ zu thun, für welche die Fritsch-Hitzig'sche Untersuchung jüngst die Bahn eröffnet hatte. Mit der Erkenntniss, zu welcher diese Untersuchung führte, dass das planlose grobe Tasten am Grosshirn die Misserfolge eines halben Jahrhunderts verschuldet hatte, und dass es methodischer, in der Ausdehnung beschränkter und hinsichtlich des Ortes genau bestimmter Angriffe des Grosshirns bedürfte, um das Dunkel des Organes zu lichten, war mir mein Weg im grossen und ganzen vorgezeichnet, und so habe ich die Functionen der einzelnen Abschnitte der Grosshirnrinde Schritt vor Schritt beim Hunde und beim Affen verfolgt. Aber gerade die neuen Ermittelungen haben es mit sich gebracht, dass ich jetzt mich noch einmal zurückwenden und die alte Frage nach den Functionen des ganzen Grosshirns wieder aufnehmen muss.

1. Geschichtliches.

Als Flourens die Thiere nach der Entfernung der Grosshirnhemisphären blind und taub gefunden hatte, stellte er in seinen ersten Mittheilungen das Grosshirn als das ausschliessliche Organ der Empfin-

* Sitzungsberichte der Berliner Akademie d. Wiss. 1883. S. 793 (ausgegeben am 19. Juli 1883). — Diese und die drei nächsten Mittheilungen bilden eine enger zusammenhängende Reihe, für welche ich den Titel Über die centralen Organe für das Sehen und das Hören bei den Wirbelthieren fortlaufen liess.

dungen hin*. Aber Cuvier in seinem akademischen Berichte rügte diese Folgerung als zu weit gehend. Flourens sage selber, meinte Cuvier**, dass die Thiere in einem Schlafzustande seien; und man glaube doch nicht im entferntesten, dass ein schlafender Mensch, der sich bewegt, der eine bequemere Lage anzunehmen weiss, ganz ohne Empfindungen sei, und sehe doch nicht darin, dass die Wahrnehmung der Empfindungen nicht deutlich gewesen ist und die Empfindungen nicht in der Erinnerung geblieben sind, einen Beweis, dass der Mensch keine Empfindungen gehabt hat. Also liesse sich nur sagen, dass das Grosshirn der einzige Körpertheil ist, in welchem die Gesichts- und Gehörsempfindungen zur Vollendung und dem Thiere zur Wahrnehmung kommen können; wollte man, so liesse sich noch hinzufügen, dass das Grosshirn auch der Ort ist, wo alle Empfindungen eine deutliche Form annehmen und dauerhafte Spuren und Erinnerungen zurücklassen, dass es mit einem Worte der Sitz des Gedächtnisses ist, mittels dessen es dem Thiere das Material zu seinen Urtheilen liefert. Diese Berichtigung erkannte dann auch Flourens*** voll und ganz an, und er liess deshalb in der Folge an den des Grosshirns beraubten Thieren bloss die Wahrnehmungen der Empfindungen oder die Intelligenz verloren, dagegen das Empfindungsvermögen durchaus erhalten sein.

Indess ist auf Flourens' Übereinstimmung mit Cuvier wenig Gewicht zu legen. Sieht man genauer zu, so lässt sich unter Flourens' zahlreichen Erörterungen bloss eine einzige Stelle finden, welche der Cuvier'schen Auffassung entsprechen könnte. Flourens betont dort†, dass alle Wahrnehmungen zusammen mit allem Urtheilen und allem Wollen gleichmässig an alle Partien des Grosshirns gebunden sind, obwohl jedes Sinnesorgan seinen besonderen Ursprung in der Hirnmasse habe, die Quelle der Action der Retina und des Spieles der Iris die Corpora quadrigemina seien und auch die Sinne des Geschmacks, des Geruchs, des Gehörs ihren besonderen Ursprung in der besonderen Anschwellung haben, aus welcher ihre Nerven hervorgehen; man könne daher, indem man jeden dieser besonderen Ursprünge für sich zerstört, jeden der vier von ihnen hergeleiteten Sinne für sich zerstören, während man, wenn nicht alle diese Sinne, wenigstens all ihr Resultat mit einem Schlage vernichten könne durch die blosse Zerstörung des Centralorganes, in welchem ihre Empfindungen sich in Wahrnehmungen umsetzen. Überall sonst dagegen spricht Flourens Sehen, Hören u. s. w. durchaus als Wahrnehmungen an, deren Zustandekommen an das Grosshirn gebunden

---

* Archives générales de Médecine, 1. ann. T. 2. 1823. p. 355.

** Flourens, Recherches expérimentales sur les propriétés et les fonctions du système nerveux. Paris (1. édit. 1824) 2. édit. 1842. p. 78—9.

*** Recherches etc. p. 78, Note.

† L. c. p. 99—100.

sei, und lässt die Empfindungen der Retina und des Nervus opticus es sein, deren Wahrnehmung das Sehen ausmacht*; er sieht darin, dass die grosshirnlosen Thiere auf Quetschung von sensiblen Nerven oder Rückenmarkssträngen schreien und heftig sich bewegen, ebenso dass auf Lichteinfall in das Auge die Pupille sich verengt, Zeugnisse für das Fortbestehen der Empfindungen**; er stellt wiederholt und sogar noch in der Vorrede zur zweiten Auflage (1842), wo er seine Hauptergebnisse zusammenfasst, das Aufnehmen und Leiten der Eindrücke als das Empfindungsvermögen dem Wahrnehmen und Wollen als der Intelligenz gegenüber***; er schreibt ausdrücklich die Eigenschaft, die Eindrücke zu empfinden, den Corpora quadrigemina, den Pedunculi cerebri, der Medulla oblongata, dem Rückenmarke und den Nerven zu†. Das beweist unzweifelhaft, dass der grosse Experimentator nicht nur seinen grossen Kritiker nicht verstanden, dessen feine Unterscheidung von Wahrnehmung und Empfindung oder von deutlicher und undeutlicher Empfindung nicht erfasst hat, sondern selbst nicht einmal zu einer richtigen Vorstellung über das Empfinden überhaupt gelangt ist.

Erst nach Flourens kam die Cuvier'sche Auffassung wirklich zur Geltung und um so entschiedener, als auch die thatsächliche Unterlage eine wesentliche Veränderung erfuhr. Man fand bei der Wiederholung von Flourens' Versuchen, dass die grosshirnlosen Thiere nicht blind, nicht taub u. s. w. waren, wie es Flourens angegeben hatte, sondern dass sie Hindernissen auswichen, der Bewegung des Lichtes mit dem Kopfe folgten, auf starke Geräusche Bewegungen machten u. s. w.†† Demgemäss liess man mit der Abtragung des Grosshirns die Wahrnehmung der Empfindungen nicht ganz vernichtet sein, sondern rohe, undeutliche, unvollkommene Wahrnehmungen der Licht-, Ton- und anderen Empfindungen noch fortbestehen; und diese unvollkommenen Wahrnehmungen liess man im Mittelhirn oder in der Medulla oblongata zustandekommen, während das Grosshirn zur Vervollkommnung und intellectuellen Ausarbeitung der Empfindungen dienen, der Ort der in-

---

* L. c. p. 24, 36—7, 49, 97.

** L. c. p. 15—6, 24—5, 145—6.

*** L. c. p. XII, 237.

† L. c. p. 16, 25, 237.

†† Desmoulins (et Magendie), Anatomie des systèmes nerveux. Paris 1825. T. 2. p. 628—9. — Bouillaud, Journal de Physiologie expér. T. 10. 1830. p. 40—4. — Magendie, Leçons sur les fonctions et les maladies du système nerveux. Paris 1841. T. 1. p. 254, 288; T. 2. p. 353. — A. W. Volkmann, Rud. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie, Bd. 1. 1842. S. 580. — Longet, Anatomie und Physiologie des Nervensystems (1842). Übersetzt von Hein. Leipzig 1847. Bd. 1. S. 522—8. — Renzi, Annali universali di Medicina, Vol. 185 (1863). p. 471 sg.; Vol. 186. p. 139 sg., 386 sg.; Vol. 189 (1864). p. 111 sg. — Vulpian, Leçons sur la physiologie du système nerveux. Paris 1866. p. 541—3, 577, 669—70.

tellectuellen Wahrnehmungen sein sollte. Ganz klar und bestimmt sprach man sich dahin aus, dass das Sehen, Hören u. s. w. nicht an das Grosshirn gebunden sind, indem auch noch nach der Ausschaltung dieses Organes die Sinnesempfindungen in den niedereren Hirntheilen entstehen und für Bewegungen Verwerthung finden, und dass erst die aus den Sinnesempfindungen gebildeten Vorstellungen, das Erkennen oder Verstehen und die Erinnerung des Gesehenen, Gehörten u. s. w. den Leistungen des Grosshirns zuzuschreiben sind. Meist brachte man dabei zugleich die vollkommenen Empfindungen oder Wahrnehmungen des Grosshirns als bewusste in Gegensatz zu den unvollkommenen Empfindungen oder Wahrnehmungen als unbewussten. (Joh. Müller*, Longet**, Renzi***, Lussana†, Vulpian††.)

Diese Anschauungen sind auch in der Folge ohne Widerspruch die herrschenden geblieben, höchstens dass hin und wieder die Leistungen des Grosshirns noch mehr eingeschränkt wurden; und fest eingebürgert und allgemein verbreitet fand ich die Anschauungen vor, wie die Musterung der Autoren lehrt, welche unmittelbar vor mir oder neben mir mit dem Studium des Gehirns sich befassten. Wo Hr. Ferrier die Localisation der Sinneswahrnehmung in der Grosshirnrinde untersucht, hebt er hervor, dass er mit Sinneswahrnehmung *(sensory perception)* und mit dem Worte *sensation,* das er manchmal brauche, die bewusste Unterscheidung der Eindrücke und nicht die blossen Sinneseindrücke selber meine, und er lässt überall nach der Zerstörung der Rindentheile bloss die Sinneswahrnehmung verloren sein, die Sinneseindrücke aber fortbestehen; gelegentlich führt er zur Erläuterung an, dass ein Thier, welches plötzlich zurückfährt, wenn ein Licht vor seine Augen gebracht wird, ganz blind sein könne in dem Sinne, in welchem er diesen Ausdruck brauche.††† An anderer Stelle sagt Hr. Ferrier: da im Mittelhirn allein Sinneseindrücke nicht zum Bewusstsein kommen, so sei zu schliessen, dass die Wahrnehmung *(sensation)* eine Function der höheren Centren ist; er stimme mit Flourens überein, nach welchem die Wahrnehmung *(sensation proper)* durch die Entfernung des Grosshirns verloren geht; bezeichne man mit Aesthesis einen rein physischen Eindruck auf die speciellen Sinnescentren und mit Noësis einen bewussten Eindruck, so lasse sich die Thätigkeit der Mittelhirn- und Kleinhirn-Centren eine

* Handbuch der Physiologie. Bd. 1. 4. Aufl. Koblenz 1844. S. 720—2, 729.

** A. a. O. Bd. I. S. 528—9, 522ff.

*** L. c. Vol. 185 (1863). p. 475; Vol. 186. p. 402; Vol. 189 (1864). p. 131, 135—6.

† Ann. univers. di Medic. Vol. 187 (1864). p. 5—13.

†† L. c. (1866) p. 540—8, 559—61, 569, 577—81, 665—75, 708—9.

††† Ferrier, Philos. Transact. Vol. 165. 1875. Part II. p. 445, 450—1, 487.

aesthetiko-kinetische nennen und so von der kentro-kinetischen* oder excitomotorischen Thätigkeit des Rückenmarkes einerseits und der noëtiko-kinetischen Thätigkeit des Grosshirns andererseits unterscheiden.** Hr. Goltz*** erklärt Longet's Meinung, dass grosshirnlose Thiere ihre Gesichtseindrücke nicht mehr für zweckmässiges Handeln zu verwerthen wissen, für unhaltbar; nach ihm ist die Fähigkeit, bei der Fortbewegung des Körpers mit Benutzung der Augen Hindernisse zu vermeiden, eine Function der Hirntheile, welche hinter dem Grosshirn liegen; er stimme daher durchaus der Ansicht von Lussana und Lemoigne bei, dass die Thiere mit verstümmeltem Grosshirn wesentlich maschinenmässig, ohne eine verwickelte Überlegung oder eine grosse Willensanstrengung nöthig zu haben, Hindernissen aus dem Wege gehen; an Hunden, welchen die Rindensubstanz des Grosshirns in beliebiger Ausdehnung zerstört ist, scheinen die Empfindung sowie sämmtliche Sinne stumpf, die Handlungen des Thieres werden noch durch alle Sinne bestimmt, aber die Sinneseindrücke werden nur mangelhaft für zweckmässiges Handeln verwerthet. Hr. Eckhard, indem er zum Schlusse seiner Physiologie des Gehirnes† die Erfahrungen noch einmal zusammenstellt „und dabei nur diejenigen betont, über welche gar keine oder nur unbedeutende Differenzen bestehen", lässt Säugethiere, Vögel und Frösche noch Gesichtswahrnehmungen haben, wenn das Grosshirn abgetragen ist, und bei Zerstörung der Seh- und Vierhügel sie verlieren; minder sicher, wenn auch durch mehrere Versuche angedeutet, sei die Existenz anderer Sinneswahrnehmungen bei gleicher Verstümmelung; indem die Thiere noch sehen und ihre Bewegungen augenscheinlich nach diesen Wahrnehmungen einrichten, lasse sich kaum leugnen, dass sie noch Seelenthätigkeiten entwickeln, da wir von solchem Benehmen ohne die letzteren keine genügende Vorstellung haben. Endlich Hr. Sigm. Exner†† stellt das Grosshirn als das Organ der Intelligenz hin; in deren Sitze, der Rinde, geschehe die geistige Verarbeitung der Sinneseindrücke; die grosshirnlosen Thiere sehen und (weniger sicher) hören noch, doch müsse es dahingestellt bleiben, ob man dies ein Sehen und Hören im gewöhnlichen Sinne nennen wolle; Renzi dürfte der erste sein, der hier das Richtige getroffen habe, indem er von Säugethieren, denen er eine Hemisphäre entfernt hatte, sage, dass

* (τό κέντρον der Reiz.)

** Functions of the brain. London 1876. p. 45—6. (Übersetzt von Obersteiner. Braunschweig 1879. S. 51.)

*** Pflüger's Arch. Bd. 13. 1876. S. 15, 25—6; Bd. 20. 1879. S. 15, 39 bis 40. — Vgl. Goltz, Beiträge zur Lehre von den Functionen der Nervencentren des Frosches. Berlin 1869. S. 63—7, 82—4, 94—5.

† Hermann's Handbuch der Physiologie, Bd. II. Theil II. Leipzig 1879, S. 136; vgl. auch S. 114—5.

†† Ebenda, S. 200—3, 206.

ihre Intelligenz nicht gelitten habe, dass sie auf dem Auge der entgegengesetzten Seite auch nicht blind geworden seien, dass sie aber die geistige Auffassung der Gesichtseindrücke und der Bewegungen der entgegengesetzten Seite verloren hatten. Ich brauche kaum hinzuzufügen, dass auch bei den pathologischen Betrachtungen die „subcorticalen oder infracorticalen Sinnescentren“ als die Orte unvollkommener und unbewusster Sinnesempfindung den höheren Centren in der Grosshirnrinde gegenübergestellt wurden*.

2. Meine Ermittelungen am Hunde und am Affen.

So war es nur natürlich, dass ich bei meinen Grosshirn-Untersuchungen zu allererst**, als ich durch die Exstirpation gewisser Rindenpartien der Hinterhauptslappen Seelenblindheit und durch die Exstirpation gewisser Rindenpartien der Schläfenlappen Seelentaubheit des Hundes erzielt hatte — dort erkannte der Hund nicht, was er sah; hier verstand der Hund nicht, was er hörte — und auf besondere dem Sehen, bezw. dem Hören dienende Abschnitte der Grosshirnrinde schloss, diese Sehsphären und Hörsphären, wie ich sie nannte, bloss als die Orte der Gesichts- bezw. Gehörs*vorstellungen*, als den Sitz der Erinnerungsbilder der Gesichts- bezw. Gehörsempfindungen ansprach. Mit der Erkenntniss, so zu sagen, der Theilbarkeit der Functionen der Sinnesvorstellungen und des Gedächtnisses, welche nach den *Flourens*'schen Versuchen dem gesammten Grosshirn zukamen, mit dem experimentellen Nachweise, dass die Vorstellungen und die Erinnerungsbilder, je nachdem sie dem einen oder dem anderen Sinne zugehören, an verschiedene Grosshirnpartien gebunden sind, musste ja der nächste und zugleich niederste Fortschritt, der hier möglich war, gemacht scheinen.[1] Doch die Folgen

[1] In seiner vierten Abhandlung über die Verrichtungen des Grosshirns*** betont *Goltz*, er habe die Sehstörung, welche ich Seelenblindheit nannte, entdeckt und ihre Erscheinungen so geschildert, dass für mich nur übrigblieb, sein Kind zu taufen. Diese Bemerkung schliesst zwei sonderbare und kaum glaubliche Missverständnisse ein. *Goltz* hatte beobachtet, dass ein Hund nach erheblicher Verstümmelung der Rinde einer Hemisphäre, gleichviel wo die Verstümmelung erfolgt ist, auch wenn sie ausschliesslich innerhalb der sogenannten motorischen Zone *Hitzig*'s gelegen ist, neben Störungen der Empfindung und der Bewegung an der entgegengesetzten Körperhälfte auch eine Sehstörung der Art zeigt, dass er wohl Hindernisse mit grossem Geschicke umgeht, aber Fleisch nicht wahrnimmt, die Schätzung der Tiefe verloren hat und beim Anblick furchterregender Gegenstände nicht erschrickt.†

* Vgl. *Meynert*, Über Fortschritte im Verständniss der krankhaften psychischen Gehirnzustände. Wien 1878. S. 51—2.

** S. o. S. 10—11.

*** *Pflüger*'s Arch. Bd. 26. 1881. S. 42—3, 46—7.

† *Pflüger*'s Arch. Bd. 13. 1876. S. 16—24.

der Entzündung der genannten Lappen, welche gelegentlich zur Beobachtung kamen, und die Erfolge weiterer Exstirpationen belehrten mich dann eines Besseren. Sie zeigten, dass beim Hunde nicht erst die Sinnesvorstellungen, sondern auch schon die niedereren centralen Sinnesvorgänge, die Sinnesempfindungen und Sinneswahrnehmungen, in den Sinnessphären der Grosshirnrinde zustandekommen, so dass durch den Verlust der Sinnessphären das Thier nicht bloss für die Dauer seelenblind, seelentaub u. s. w. wird, sondern zu bleibender voller Blindheit, Taubheit u. s. w. verurtheilt ist, gar nicht mehr sieht, gar nicht mehr hört u. s. w. Und je mehr dieser neue Erwerb, den ich schon in meiner zweiten Mittheilung anzeigte und in der dritten* ausführlich darlegte, nach den überkommenen Anschauungen überraschen musste, desto mehr habe ich ihn durch immer weitere Versuche prüfen zu sollen geglaubt, desto mehr Beweise habe ich in meinen späteren Mittheilungen beigebracht, bis endlich die äusserste Sicherheit erreicht war.

Darauf stützt Goltz die obige Behauptung, dass er die Seelenblindheit entdeckt habe; und er vergisst nicht nur, dass er selber gleichartige Beobachtungen von Lussana und Lemoigne herangezogen hat**, sondern er muthet uns auch zu, Flourens und alle seine Nachfolger, insbesondere Longet, Renzi, Lussana, Vulpian*** zu übersehen, welche durch Grosshirn-Verstümmelungen neben anderen Störungen auch Seelenblindheit bedingt fanden. Indess würde ich darüber kein Wort verloren haben; ich muss nur dagegen protestiren, dass Goltz mir unterschiebt, ich hätte einen Anspruch auf seine vermeintliche Entdeckung gemacht. Das ist nicht nur nie und in keiner Form geschehen, sondern es ist auch gerade das Gegentheil der Fall. Für mich hat zu den spärlichen Thatsachen, welche den Inhalt der Grosshirn-Physiologie vor Hitzig ausmachten, gerade vor allem das gehört, worin die Experimentatoren übereinstimmten, dass die Thiere nach Grosshirn-Exstirpationen neben anderen Störungen, die sie zeigen, weder das Gesehene erkennen, noch das Gehörte verstehen, noch das Berührte fühlen u. s. w. Davon ausgehend habe ich gezeigt, dass das Thier, wenn eine bestimmte Rindenpartie der Hinterhauptslappen entfernt ist, das Gesehene nicht erkennt und wiederum, wenn eine bestimmte Rindenpartie der Schläfenlappen abgetragen ist, das Gehörte nicht versteht, während es im übrigen jedesmal wie das normale Thier sich verhält. Den damit erzielten Fortschritt lehrt oben der Text, und ich hätte nur noch hinzuzufügen, dass eben dieses Fortschrittes wegen, eben weil nunmehr die Störungen jede für sich gesondert zu verfolgen waren, auch die Erfindung von „Seelenblindheit“ und „Seelentaubheit“ ein Bedürfniss geworden war. Goltz hat also hier, wo ich betheiligt bin, zwei ganz verschiedene Dinge mit einander verwechselt. Und darum, weil Goltz nicht zum Verständniss der Dinge kommt, weil er trotz seiner vieljährigen Beschäftigung mit dem Grosshirn sogar noch über die ältesten Errungenschaften des Gebietes sich in Unklarheit befindet, lässt er mich frischweg „mit grösster Umsicht seine Beobachtungen ausnutzen, ohne seinen Namen zu nennen“†![134]

* S. o. S. 24ff.

** Pflüger's Arch. Bd. 13. 1876. S. 24—5.

*** S. o. S. 182; vgl. auch Exner — oben S. 183.

† Pflüger's Arch. Bd. 26. 1881. S. 46.

Als die Sehsphäre des Hundes ergab sich* — gleichmässig an jeder Hemisphäre — diejenige Rindenpartie, welche durch die Schraffirung in den Figg. 1—4 der Tafel genau angezeigt ist, und welche kurz und grob als die Rinde des Hinterhauptslappens sich bezeichnen lässt, dessen Decke sie sowohl an der Convexität, wie an der medialen Seite, wie endlich auch an der hinteren Seite der Hemisphäre bildet. Mit jeder partiellen Sehsphären-Exstirpation war ein bleibender Gesichtsfeld-Defect gesetzt, der Hund sah nie mehr, was auf einem Theile seiner Retinae sich abbildete. Und zwar entsprach dem Verluste jeder einzelnen Sehsphärenpartie die Erblindung für eine bestimmte Retinapartie: dem äussersten lateralen Stücke der Sehsphäre erwies sich zugeordnet der äusserste laterale Theil der gleichseitigen Retina, dem viel grösseren medialen Stücke der Sehsphäre der viel grössere mediale Theil der gegenseitigen Retina, dem vorderen Sehsphärenabschnitte die obere Retinapartie, dem hinteren Sehsphärenabschnitte die untere Retinapartie u. s. w. War die eine Sehsphäre ganz und von der anderen das äusserste laterale Stück exstirpirt, so war der Hund für die Dauer blind auf dem der ersteren Sehsphäre gegenseitigen Auge. Waren endlich beide Sehsphären ganz exstirpirt, so war und blieb der Hund auf beiden Augen blind[1].

[1] In der Reihe meiner Veröffentlichungen über die Grosshirnrinde stellt sich der Versuch mit Totalexstirpation beider Sehsphären als das lange erstrebte und endlich erreichte Endglied einer ganzen Kette von Versuchen dar, bei welchen mit der Entfernung immer grösserer Partien der Sehsphären immer kleinere und dabei an bestimmte Partien der Retinae geknüpfte Reste des Gesichtssinnes übrigblieben. Aber wenn ich davon auch ganz absehe, ich wüsste nicht, wie noch schärfer als schon durch die Darlegung für sich allein, welche ich von dem Versuche gab**, es hätte zum Ausdruck kommen können, dass durchaus die völlige Fortnahme genau der durch Wort und Bild als Sehsphären bezeichneten Rindenpartien erforderlich ist, um den totalen Verlust des Gesichtssinnes herbeizuführen, und dass die Erhaltung eines kleinen Restes einer Sehsphäre genügt, um den Hund soviel sehen zu lassen, dass er Hindernisse vermeidet, die Treppe geht u. s. w. Dennoch habe ich einen leichtfertigen Widerspruch von Goltz nicht zu verhüten vermocht. Die Tendenz verfolgend, an einer oder beiden Hemisphären oder auch etwa an einer Hälfte einer Hemisphäre die Rinde ganz zu exstirpiren, hat Goltz doch immer nur, wie er wiederholt es selber sagt***, eine sehr ausgedehnte Zerstörung der nach Abnahme des Schädeldaches „von oben her sichtbaren" Rinde herbeigeführt oder den grössten Theil der „von oben her sichtbaren" Rinde fortgeschafft; und mehr hat er auch mit seinen Spül-, Stech- und Sägemethoden gar nicht erreichen können, weil die übrige Oberfläche des Grosshirns seinen operativen Angriffen unzugänglich war, wenn die Versuchsthiere am Leben bleiben sollten. Dass nun Goltz an Hunden, welchen die Rinde der Hinterhauptslappen bloss an der Convexität der Hemisphären, nicht aber an deren medialen und hinteren Seiten exstirpirt war, noch Reste des Gesichtssinnes beobachtet hat, wird jedermann nur natürlich und meinen Ermittelungen über die

* S. o. S. 24—7, 64—74, 82—7.

** S. o. S. 82—7.

*** Pflüger's Arch. Bd. 26. 1881. S. 5, 13, 15, 30, 33.

Und immer war die Blindheit eine vollkommene; so dass zwar auf Lichteinfall in das Auge die Pupille sich verengte, aber in keiner Weise mehr ein Einfluss des Lichtes auf die Handlungen des Thieres bemerklich wurde.

Als die Hörsphäre des Hundes stellte sich* — wiederum gleichmässig an jeder Hemisphäre — die Rinde des Schläfenlappens heraus in der Ausdehnung, welche die Abbildungen oben S. 112 anzeigen. Die totale Exstirpation einer Hörsphäre brachte Taubheit des Hundes auf dem gegenseitigen Ohre, die totale Exstirpation beider Hörsphären Taubheit auf beiden Ohren mit sich; immer war die Taubheit eine vollkommene und blieb für die Dauer bestehen. War ein grösseres Stück einer Hörsphäre exstirpirt, so hörte der Hund auf dem gegenseitigen Ohre fortan nur unvollkommen, und zwar boten sich je nach der Lage der Exstirpationsstelle die einen oder die anderen Defecte im Hören dar.

Auf die übrigen Sinnessphären des Hundes gehe ich nicht ein, weil es sich heute bloss um Sehen und Hören handeln soll. Dafür habe ich noch hinzuzufügen, dass auch alles ebenso sich für den Affen ergab, soweit nur hier die Untersuchung reichte, welche ich neben der des Hundes ausführte.** Ich fand die Sehsphären des Affen gleichfalls beiderseits von der Rinde des Hinterhauptslappens gebildet und ebenso den Retinae zugeordnet, wie die des Hundes, nur dass die zusammengehörigen lateralen Partien derselben Seite beim Affen beträchtlich grösser sind und etwa die Hälfte der Sehsphäre und der Retina ausmachen. Dem entsprachen die bleibenden Gesichtsfeld-Defecte nach totaler oder partieller Exstirpation einer Sehsphäre: der Affe war erblindet für die gleichseitigen Hälften beider Retinae, bezw. für die gleichseitige Hälfte der gleichseitigen Retina u. s. w. Waren die laterale Hälfte der einen und die mediale Hälfte der anderen Sehsphäre exstirpirt, so war der Affe auf dem der ersteren Sehsphäre gleichseitigen Auge für die Dauer ganz blind:

Sehsphären entsprechend finden. Aber wenn Goltz daraufhin es als eine „Thatsache" ausgiebt, „dass ein Thier mit vollständiger Abtragung der Rinde der Hinterlappen keineswegs dauernd blind ist", wenn er mit Emphase verkündet, „dass die gesammte Sehsphäre Munk's fortgenommen werden kann, ohne dass das Thier blind wird"***, so wird das jedermann unbegreiflich sein; und mindestens wird man es nicht ernsthaft nehmen können, da doch, was schon Goltz' Abbildungen† so deutlich zeigen, ihm erst recht bei der Betrachtung der Gehirne sogleich hat auffallen müssen, dass die mediale und die hintere Rinde der Hinterhauptslappen und damit ansehnliche Theile der Sehsphären erhalten waren.

---

* S. o. S. 30—1, 112—22.

** S. o. S. 28—30, 105—7, 124—8.

*** Pflüger's Arch. Bd. 26. 1881. S. 41, 48; — vgl. S. 18, 42.

† Ebenda, Taf. I Fig. 2; Taf. II Fig. 3 (vgl. dazu S. 18); Taf. III Fig. 5 (vgl. dazu S. 23).

sobald das andere Auge vernäht war, kam nur noch im Pupillarreflex ein Einfluss des Lichtes zur Beobachtung; noch nach Monaten sah der Affe nicht nur nichts, selbst nicht die Flamme vor dem Auge, sondern er rührte sich auch freiwillig nicht von der Stelle, und wenn man ihn zu gehen zwang, fiel er vom Tische, stiess an alle Gegenstände u. s. w. Nach der Exstirpation beider Sehsphären stellte sich der Affe zuerst auf beiden Augen vollkommen blind dar, und in Monaten besserte sich sein Sehen nur soweit, dass er bei ganz langsamem Gehen Hindernisse auf seinem Wege vermied; sein Verhalten glich damit dem eines Hundes, an welchem die beabsichtigte Totalexstirpation beider Sehsphären nicht ganz gelungen und ein kleiner Rest einer Sehsphäre erhalten geblieben ist.* Durch fortgesetzte Bemühungen auch beim Affen noch ganz gelungene Totalexstirpationen beider Sehsphären zu erzielen, ist mir nach den sonstigen Ergebnissen bei der Seltenheit und Kostbarkeit des Materiales nicht mehr lohnend erschienen.

3. Entsprechende Erfahrungen hinsichtlich des Sehens des Menschen. — Hrn. Blaschko's Ergebnisse betreffend das Sehen des Frosches.

Zu der althergebrachten und herrschenden Lehre von den Leistungen des Grosshirns standen also meine Ermittelungen in offenbarem Widerspruche. Während, wenn wir uns zunächst ausschliesslich an das Sehen heften, erst die aus den Gesichtsempfindungen gebildeten Gesichtsvorstellungen, erst das Erkennen und die Erinnerung des Gesehenen den Leistungen des Grosshirns zuzuschreiben sein sollten, hatten sich beim Hunde und beim Affen alle centralen Vorgänge des Gesichtssinnes an das Grosshirn geknüpft gezeigt; während der Verlust des Grosshirns bloss Seelenblindheit der Thiere mit sich bringen sollte, war beim Hunde und beim Affen volle Blindheit — Rindenblindheit, wie ich diese vom Grosshirn abhängige Blindheit nannte — die Folge gewesen. Vom Hunde aufwärts in der Thierreihe waren danach die alten Anschauungen zweifellos falsch und musste die neu gewonnene Einsicht an ihre Stelle treten.

Dem haben auch die zahlreichen pathologischen Erfahrungen am

---

* Später haben auch Ferrier und Yeo (Brain, Vol. 3. 1880. p. 421) durch Zerstörung beider Gyri angulares und beider Hinterhauptslappen am Affen „totale und anscheinend permanente Blindheit" auf beiden Augen erhalten. „Ein Thier mit dieser Verletzung", sagen sie, „hatte nach Monaten allmählich eine beträchtliche Sicherheit in seinen Bewegungen erlangt; aber obwohl bei einigen seiner Handlungen es manchmal schien, als ob es sähe, so bot sich doch kein unzweifelhaftes Anzeichen von Sehen dar oder irgend etwas, das nicht leichter durch die Schärfe seiner anderen Facultäten sich erklären liess." Danach sind Ferrier und Yeo, wenn überhaupt so weit, jedenfalls nicht weiter gekommen, als ich schon bei der ersten Untersuchung.

Menschen entsprochen, welche, seitdem ich meine Ergebnisse am Affen mittheilte, in rascher Folge sich zusammengefunden haben und bereits mehrfach gesammelt und gesichtet worden sind*. Mit ihnen ist vollauf der Nachweis geliefert, dass auch beim Menschen die Sehsphäre jederseits von der Rinde des Hinterhauptslappens gebildet wird und Zerstörung oder sonstwie gesetzte Functionsunfähigkeit dieser Rinde an einer Hemisphäre den Menschen, gerade wie den Affen, hemianopisch, vollkommen und dauernd rindenblind für die der Läsion gleichseitigen Hälften beider Retinae macht. Bemerkenswerth ist, dass in solchem Falle ausser den Ergebnissen der Prüfungen auch noch die Angaben des Kranken dahin gehen, dass die eine Hälfte des Gesichtsfeldes ganz ausgefallen ist, dass er dort nicht irgendwie oder irgendwas, sondern überhaupt gar nicht sieht. In naturgemäss spärlicheren Fällen, in welchen die vorbezeichnete Läsion beide Hemisphären betraf, hat volle Rindenblindheit für beide Augen bestanden.

Aber in der anderen Richtung, vom Hunde abwärts in der Thierreihe den neuen Erwerb zu verallgemeinern, ging nicht ohne weiteres an. Die Exstirpation des ganzen Grosshirns, welche, ehe man die Sehsphären kannte, allein zu sicheren Ergebnissen führen konnte, war regelmässig an niederen Säugethieren, an Vögeln, Fröschen u. s. w. ausgeführt worden, weil für die höheren Säugethiere der Eingriff so schwer ist, dass Beobachtungen, die hier brauchbar wären, nach der Operation nicht zu machen sind**; und dass man doch auf diese höheren Thiere übertragen hatte, was an jenen niederen Thieren gefunden war, hatte eben sich als fehlerhaft herausgestellt. Nunmehr den umgekehrten Fehler zu begehen, war um so mehr zu fürchten, als zahlreiche übereinstimmende Ergebnisse der verschiedensten Forscher entgegenstanden. Überdies lehrte der einfache und nächste Versuch am Frosche, dass wirklich bei diesem Thiere das Grosshirn anders sich verhält. Ich wies deshalb nur in meiner zweiten Mittheilung*** auf die Verschiedenheit hin, welche hinsichtlich des Ortes der centralen Vorgänge des Gesichtssinnes zwischen Hund und Frosch besteht, und vermied im übrigen jede weitere Erörterung des Widerspruches, der mit den neuen Ermittelungen gegeben war. Dem glaube ich es zuschreiben zu dürfen, dass, während meine Ergebnisse über die Localisation der Functionen in der Grosshirnrinde die Aufmerksamkeit auf sich zogen, jener Widerspruch so gut wie unbeachtet blieb: fast allgemein verharrte man dabei, das Entstehen der Sinnes-

* L. Mauthner, Gehirn und Auge. Wiesbaden 1881. — H. Wilbrand, Über Hemianopsie und ihr Verhältniss zur topischen Diagnose der Gehirnkrankheiten. Berlin 1881. — F. Marchand, v. Gräfe's Arch. Bd. 28. Abth. II. 1882. S. 63ff.

** Vgl. die äusserst dürftigen Angaben, welche Flourens (Recherches etc. p. 130) von seinen Versuchen an einem Hunde und einer Katze macht.

*** S. o. S. 18—9.

wahrnehmungen ausserhalb des Grosshirns anzunehmen, und selbst die wenigen Forscher, welche mir folgten und durch die Ausschaltung des Grosshirns beim Affen und beim Menschen völlige Blindheit entstehen liessen*, sind sich offenbar gar nicht dessen bewusst geworden, wie weit sie von den hergebrachten Anschauungen sich entfernten. Auf der anderen Seite verabsäumte ich es jedoch auch nicht, das Meine zu thun, um den Widerspruch weiter zu verfolgen und aufzuklären, und ich liess zu dem Zwecke zunächst Hrn. Blaschko die Untersuchung anderer Wirbelthiere unternehmen.

Hrn. Blaschko's verdienstliche Arbeit** hat, was vor allem wichtig war, für den Frosch die erwünschte Einsicht gebracht. Flourens' Angabe, der grosshirnlose Frosch sei blind, war bereits von Desmoulins und Magendie und seitdem wiederholt[135] als irrig erkannt, da das Thier, wenn Reize es zur Bewegung bringen, die Hindernisse auf seinem Wege vermeidet. Doch ob ein solches Thier wirklich die Objecte sieht, und wie weit überhaupt sein Sehen reicht, darüber war keine Klarheit und noch weniger Sicherheit erlangt. Hr. Blaschko zeigte, indem er die Versuche weiterführte, dass mit der Lage, Grösse und Gestalt des Hindernisses, gleichviel ob dasselbe gleich- oder andersfarbig und heller oder dunkler als seine Umgebung ist, die Bewegungen des gereizten Frosches in Art, Richtung und Grösse zweckmässig zur Vermeidung des Hindernisses wechseln, und dass dies auch dann noch geschieht, wenn das Thier durch einen besonderen Eingriff in seiner normalen Bewegungsfähigkeit gestört oder wenn durch einen Wechsel in der Lage des Hindernisses die Verwerthung früherer, bereits eine Weile verdrängter Gesichtseindrücke erforderlich ist. Danach war es klar, dass der grosshirnlose Frosch Gesichtswahrnehmungen hat, die er im Gedächtniss zu behalten und für seine Bewegungen zu verwerthen weiss, dass er mithin nicht schlechter als der normale Frosch sieht und nicht einmal seelenblind ist.

Weniger glücklich war Hr. Blaschko mit seinen Versuchen an der Taube, bei welcher er grössere Stücke von der dünnen Decke an der hinteren Partie einer Hemisphäre exstirpirte, um die eine Sehsphäre fortzuschaffen, welche dort sich vermuthen liess. Die verstümmelten Thiere sahen mit dem entgegengesetzten Auge doch, wenn auch schlechter als normal. Und nur dass das Thier, welches die beträchtlichste Sehstörung zeigte, ausschliesslich mit einer kleinen Partie der Retina noch zu sehen schien, liess sich dafür geltend machen, dass solche Sehsphären

* Luciani e Tamburini, Sui centri psico-sensori corticali. Reggio-Emilia 1879. p. 73—4. (Estr. dalla Rivista sperimentale di Freniatria etc. 1879.) — Sigmund Exner, Untersuchungen über die Localisation der Functionen in der Grosshirnrinde des Menschen. Wien 1881. S. 86. — Mauthner, Wilbrand, Marchand a. a. O. (s. o. S. 189 Anm. *)

** A. Blaschko, Das Sehcentrum bei Fröschen. Inaug.-Diss. Berlin 1880.

der Grosshirnrinde, wie dem Hunde, auch der Taube zukommen, und dass es bei letzterer bloss noch nicht gelungen war, eine Sehsphäre gänzlich zu entfernen.

Bei diesem Stande der Dinge musste Hr. Blaschko seine Arbeit abbrechen, und ich bin dann selber an die Aufgabe herangetreten. Von Versuchen an Fischen durfte ich absehen, da, was nunmehr, so zu sagen, schon von selber sich verstand, auch Hrn. Renzi's* und Hrn. Vulpian's** Versuchsergebnisse ganz ausser Zweifel setzten, dass hinsichtlich des hier fraglichen Verhaltens zwischen Fisch und Frosch kein Unterschied besteht. Die Untersuchung des Vogels war demnach das nächste, dass ich zu thun fand, und ich ging daran, das Grosshirn bei der Taube zu exstirpiren.

4. Untersuchung des Sehens der Vögel.

Seit Flourens' berühmten Versuchen hat die Exstirpation des Grosshirns an Vögeln so ausserordentlich häufig Wiederholung gefunden, ja, sie ist seit Jahrzehnten wegen der Einfachheit ihrer Ausführung und des Lehrreichen ihrer Erfolge so sehr überall regelmässiger Vorlesungsversuch geworden, dass meine Wiederaufnahme dieses Versuches zunächst wohl verwundern kann. Doch nachdem die partiellen Exstirpationen, welche Hr. Blaschko geübt hatte, trotz dessen fleissigem Mühen weder volle Blindheit erzielt hatten, noch auch die Rindenblindheit bestimmter, mit der Exstirpationsstelle wechselnder Retinapartien hatten erkennen lassen, bot sich, um die Bedeutung des Grosshirns für das Sehen hier festzustellen, gar kein anderer zuverlässiger Weg dar. Und der so viel betretene Weg erschien auch bei näherer Betrachtung noch bei weitem nicht bis zum Ziele gebahnt, da die Ergebnisse der verschiedenen Forscher neben einer oberflächlichen Übereinstimmung viele und wesentliche Abweichungen zeigten, welche nur auf der unvollkommenen Ausführung des Versuches beruhen konnten. Aus dem nicht exacten Experimente, wie es noch jüngst Hr. Exner*** sehr richtig genannt hatte, war also erst ein exactes Experiment zu machen, ehe es zu der Einsicht verhelfen konnte, auf welche es hier ankam.

Mehrjähriger Bemühungen hat es dazu bedurft; denn der Versuch, welchen für die Vorlesung vorzubereiten allgemein als ein Kleines galt, hat sich als der misslichste erwiesen unter allen Hirnversuchen, welche mir bisher zugefallen sind. Während man die Technik des Versuches meist nach Flourens' Vorgange gar nicht zu besprechen für nöthig

---

* Ann. univers. di Med. Vol. 185. p. 471—7.

** L. c. p. 669—70.

*** Hermann's Handbuch der Physiologie, Bd. II. Theil II. S. 198.

hielt oder, wo man ihrer gedachte, als eine sehr einfache beschrieb, ist ein ungemein schwieriges und zartes operatives Verfahren erforderlich, das man erst durch viele Übung mit einiger Sicherheit durchführen lernt. Und dann vereiteln noch oft Nachblutungen und Reizzustände, welche nicht zu beherrschen sind, den Versuch, oder es entwerthet ihn die Section, indem sie die Feststellung des Verlorenen und des Erhaltenen nicht gestattet. Wie sich zeigen wird, ist es nicht zu viel behauptet, dass, Flourens allein etwa ausgenommen, keiner meiner Vorgänger einen Vogel beobachtet hat, dessen Grosshirn gänzlich entfernt war, so oft auch die besondere Versicherung zu finden ist, dass die totale Exstirpation gelungen war.

Als Versuchsthier wählte ich die Taube, weil an dieser am häufigsten der Versuch unternommen worden war, und weil sie vor dem Huhne den Vortheil bot, dass bequemer eine ansehnliche Zahl von operirten Thieren für eine lange Beobachtungsdauer aufbewahrt werden konnte. Der oft wiederholten Empfehlung junger Thiere kann ich mich nicht anschliessen; ich habe an älteren Tauben die besseren Erfolge gehabt und zuletzt immer nur solche Tauben für die Versuche verwandt. Auch muss ich nach vielem Proben in Übereinstimmung mit Flourens* davor warnen, dass man die Taube, um die Blutungen zu beschränken, durch langes Hungern und Dursten vorbereite, da das Thier alsdann zu wenig widerstandsfähig ist und leicht an Schwäche zugrundegeht; es reicht völlig aus, wenn man der Taube etwa 18 Stunden vor der Operation die Nahrung entzieht. Die Operation selbst wird folgendermassen ausgeführt.

An der mit Rumpf und Extremitäten in ein Handtuch — ohne Behinderung der Athmung — fest eingewickelten Taube, die auf dem Tische liegt, fixirt ein Gehülfe den Kopf, indem er mit der einen Hand an der Schnabelspitze, mit der anderen am Hinterkopfe angreift. Sobald dann durch einen Sagittalschnitt die von den Federn befreite Kopfhaut gespalten ist, fixirt der Gehülfe mit der zweiten Hand auch die beiden stark seitwärts gezogenen Hautlappen, so dass der vor der Taube sitzende Operateur den Schädel in seiner ganzen Ausdehnung frei vor sich hat. Nun trägt man mit flachen Messerzügen die compacte Knochensubstanz über jeder der beiden Hemisphären ab und lässt nur in der Mitte eine von vorn nach hinten verlaufende, etwa 1 ^{mm} breite Knochenleiste stehen, welche gerade den Sinus longitudinalis bedeckt. Alsdann bricht man mit einer nicht zu grossen, doch festen anatomischen Pincette jederseits Stückchen für Stückchen von der porösen Knochensubstanz weg, welche von der Schädellücke aus nach hinten sich erstreckt, bis

* Recherches etc. p. 127. — So rasch, wie Flourens, habe ich übrigens nie den Tod eintreten sehen.

man ganz nahe an das Kleinhirn und an den Lobus opticus herangekommen ist, so dass diese Theile zwar nicht freigelegt, aber doch, indem nur noch einige kleine Knochenbälkchen vor ihnen übrigsind, durch deren Zwischenräume hindurch sichtbar werden. Nachdem so die Hemisphären in ihrem grössten Umfange zugänglich geworden, befreit man zuerst die eine und danach die andere Hemisphäre von der Dura. Man sticht dazu ein sehr kleines dreieckiges und äusserst spitzes Messerchen nahe dem vorderen medialen Ende der Knochenlücke durch die Dura und schiebt dasselbe fast horizontal in etwa 1 mm Abstand von der mittleren Knochenleiste und dieser parallel möglichst weit nach hinten; an dem so entstandenen sagittalen Spalte der Dura führt man die eine Spitze einer feinen Hakenpincette unter die Dura und zieht dann die grosse laterale Partie der Dura gänzlich lateralwärts von der Hemisphäre ab, die sehr kleine mediale Partie drückt man gegen die mittlere Knochenleiste. Regelmässig ist mit den Manipulationen an der Dura eine Aufregung des Thieres verbunden, und man muss jetzt nöthigenfalls ein wenig pausiren, bis die Bewegungen ein Ende genommen haben, ehe man zu dem Hauptakte, der Exstirpation der Hemisphären, fortschreitet. Es wird erst die eine und dann die andere, sagen wir erst die rechte und dann die linke Hemisphäre exstirpirt, und zwar mittels zweier ganz dünner, ca. 3 mm breiter Holzstäbchen — passend zugerichteter Scalpellstiele —, deren Enden und Kanten, um bei mässigem Drucke nicht in die weiche Hirnsubstanz einzuschneiden, gut abgerundet sind. Damit am hinteren Ende der rechten Hemisphäre die nöthige Beleuchtung in der Tiefe nicht fehle, zieht der Gehülfe die Spitze des Schnabels mehr nach unten und hinten und dreht zugleich den Kopf um seine Längsaxe etwas nach links. Man legt die beiden Stäbchen nahe bei einander ganz flach an das sichtbare hintere Ende der rechten Hemisphäre an und sucht mit sanftem, nach oben und vorn gerichtetem Drucke die Hemisphäre in die Höhe zu hebeln. Die Hemisphäre folgt auch willig; und indem man nun mit den Stäbchen regelmässig abwechselnd so agirt, dass man, während man mit dem einen fixirt und drückt, das andere etwas weiter unten anlegt, hebt man die Hemisphäre mehr und mehr vom Kleinhirn, vom Lobus und endlich vom Thalamus opticus ab und gelangt immer tiefer unter die untere Fläche der Hemisphäre. Endlich stösst man auf einen Widerstand, welchen der sanfte Druck nicht zu überwinden vermag. Man lässt jetzt das laterale Stäbchen ruhig an seinem Platze und verschiebt das mediale Stäbchen, ohne dass es die Hemisphäre verlässt, dem medialen Contour der Hemisphäre folgend, im Bogen nach vorn und innen. Dabei stösst man bald von neuem auf einen Widerstand, und man überwindet denselben sogleich, indem man das freie obere Ende des Stäbchens ruckweise in der Richtung nach unten und aussen bewegt: man hat die kleine Commissur, welche die medialen Flächen der

Hemisphären nahe deren hinteren Enden verband, das Meckel'sche Balken-Rudiment, zerrissen. Unmittelbar danach drückt man mit beiden Stäbchen zugleich, während man sie einander nähert und schliesslich das eine sogar ein Stück hinter das andere schiebt, kräftig etwas schief nach vorn* und unten, bis man auf Knochen stösst. Dadurch ist die Hemisphäre vom Pedunculus abgetrennt, und sie lässt sich nun rasch, durch Vorschieben der Stäbchen, als ein Ganzes aus der Schädelhöhle entfernen, so dass nur der Lobus olfactorius zurückbleibt. Mit der Lostrennung vom Pedunculus ist eine Blutung eingetreten, und der Gehülfe hat darauf den Kopf der Taube um seine Längsaxe so nach rechts gedreht, dass die linke Hemisphäre jetzt gerade so zugänglich ist, wie vorher die rechte. In ganz derselben Weise, wie die erste, wird nunmehr auch die zweite Hemisphäre entfernt; man hat allerdings nicht mehr die Hemisphären-Commissur zu zerreissen, aber das mediale Stäbchen muss doch auch hier, bevor man die Hemisphäre abtrennt, im Bogen nach vorn und innen verschoben sein. Sobald auch die zweite Hemisphäre exstirpirt ist, geht man an die Stillung der Blutung. Man führt dazu jederseits in die mittlerweile mit Blut gefüllte Höhle einen flachen, äusserst dünnen und recht lockeren Watte-Tampon, den man in der ungefähren Grösse der Knochenlücke vorbereitet hat, ganz oberflächlich ein, so dass er nur ein wenig unterhalb des Niveaus der Knochenlücke diese Lücke gerade verschliesst, und drückt dann lose auf die Knochenlücke ein kleines Schwämmchen auf. Nach 5—10 Minuten nimmt man die beiden Schwämmchen ab, wickelt die Taube vorsichtig aus dem Handtuche aus und lässt den Gehülfen die Fixirung zuerst der seitwärts gezogenen Lappen der Schädelhaut, welche sich ihrer ursprünglichen Lage wieder nähern, und schliesslich auch des Kopfes aufheben. Das Thier bleibt sich selbst überlassen, und jede weitere Berührung oder Erschütterung wird für die nächsten Stunden sorgsam vermieden.

Die Schilderung mag minutiös erscheinen, und doch ist sie es durchaus nicht gegenüber der Feinheit des Versuches, so dass dem Experimentator, der meinen Weisungen folgt, immer noch ein weiter Spielraum für die individuelle Geschicklichkeit gelassen ist. Ich habe vor allem die Massnahmen hervorheben zu müssen geglaubt, welche nach meinen Erfahrungen für die totale Exstirpation unumgänglich sind. Die dünne Membran von Hirnsubstanz, welche an der hinteren und an der medialen Partie der Hemisphäre die Ventrikeldecke bildet, wird unfehlbar durchschnitten, wenn man mit dem Messer oder dem scharfen Löffel

* Drückte man nicht etwas schief nach vorn, sondern gerade nach unten, so würde man in das vordere Ende der mittleren Schädelgrube gerathen und das Chiasma nn. opticorum treffen. Nach solcher Verletzung sterben die Tauben immer sehr bald und meist schon in den ersten Stunden.

angreift, und sie wird auch, zumal infolge ihrer Befestigung am Pedunculus und an der anderen Hemisphäre, jedesmal dann zerrissen, wenn man nur mit dem Scalpellstiele unsanft an ihr zieht. Daher sind meine Vorgänger regelmässig, statt zwischen der Hemisphäre und dem Lobus opticus vorzudringen, in den Ventrikel gerathen und haben einen mehr oder weniger grossen, aber immer ansehnlichen Theil jener Membran in der Schädelhöhle zurückgelassen. Sie bemerkten den Fehler nicht, weil das Operationsfeld sehr bald mit Blut überschwemmt war, und sie hätten ihn auch gar nicht nachträglich corrigiren können, selbst wenn nicht die grösste Hast für die Beendigung der Operation ihnen geboten erschienen wäre. Man kann den Fehler nur vermeiden, indem man in der vorgegebenen Weise die hintere poröse Knochendecke entfernt und dann von hinten und unten her gewissermassen schiebend die Hemisphäre herausdrückt. So ist man auch, da alle Manipulationen sich an die Hemisphäre halten, vor den sonst leicht möglichen Verletzungen der Nachbartheile, insbesondere des Thalamus opticus, gesichert; und da es erst infolge der Lostrennung vom Pedunculus zur Blutung kommt, sind alle Schwierigkeiten der Operation bereits überwunden, wenn man blindlings vorzugehen gezwungen ist. Dadurch dass man die Blutung der ersten Seite nicht sogleich zu stillen sucht und den Kopf der Taube nach ebendieser Seite dreht, bleibt das Operationsfeld an der zweiten Hemisphäre unverdunkelt: ein Vortheil, dem gegenüber es wenig zu besagen hat, dass die Blutung etwas länger währt, da ich diese nie eine gefährliche Grösse habe erreichen sehen.

Das Verfahren hat, wie nicht zu verkennen ist, einen schwachen Punkt in der Lostrennung der Hemisphäre vom Pedunculus, bei welcher das Auge keine Hülfe zu gewähren vermag; und dadurch werden wir in der That die Erfolge beeinträchtigt finden. Aber natürlich kommen auch Unfälle aller Art vor, welche das Verfahren überhaupt nicht durchzuführen gestatten. So reisst manchmal trotzdem, dass man die Hemisphäre von hintenher schiebt, die dünne Ventrikeldecke doch unter den Stäbchen ein, besonders leicht, wenn sie sich in Falten gelegt hat. Oder es schneidet das Messerchen, welches die Dura spaltet, dieselbe Membran in ihrer hinteren Partie durch, weil sie gar zu eng der Dura anliegt. In beiderlei Fällen bleiben dann Fetzen der Membran am Pedunculus hängen, und man kann günstigstenfalls diese Fetzen durch Manipulationen mit den Holzstäbchen verkleinern, doch nie sie ganz fortschaffen. Auch bringen öfters schon sehr kleine Verletzungen der Hemisphäre, die beim Spalten der Dura eintreten, ansehnliche Blutungen mit sich, ja, es reisst hin und wieder sogar, man kann nicht sagen wie, der Sinus ein, und dann ist begreiflich an eine gute Fortsetzung der Operation nicht mehr zu denken. Glücklicherweise sind die derart misslungenen Versuche doch durch die Abweichungen, welche hier das Verhalten der Thiere gegen-

über den gelungenen Versuchen darbietet, recht nützlich, wofern nur die Section über die zurückgebliebenen Grosshirnreste Aufschluss bringt.

In den ersten Wochen nach der Operation kann von einer brauchbaren Section nie die Rede sein, weil unter den bröckeligen und erweichten Blutresten die Grenzen der Verstümmelung nicht sicher zu ermitteln sind und auch das normale Verhalten der stehengebliebenen Hirntheile nicht zu constatiren ist. Wo man doch schon so früh und manchmal selbst in den ersten Tagen sich der gelungenen Totalexstirpation vergewissert zu haben glaubte, ist man nur in einer offenbaren Selbsttäuschung befangen gewesen. Welche Methode der Blutstillung auch Anwendung gefunden hat — ich habe alle vorgeschlagenen Methoden und noch mehr durchgeprobt —, immer ist frühestens nach 2—3 Wochen die Wunde so gereinigt, dass zuverlässige Befunde zu erheben sind. Ich muss angelegentlichst die Methode der Blutstillung empfehlen, welche ich oben angab. Unter dem mit Blut getränkten dünnen Watte-Tampon, der trocken geworden eine vortreffliche schützende Decke abgiebt, bis er nach Monaten (an der Innenseite reich mit Steatomen besetzt) abfällt, bildet sich eine dünne fibröse gefässhaltige Haut, welche von Knochenrand zu Knochenrand die Wunde abschliesst und vorn der Schädelbasis, hinten den erhaltenen Hirntheilen eng anliegt, nur durch ein Minimum einer klaren Flüssigkeit von denselben getrennt; hat man die Haut zurückgeschlagen, so liegt alles klar vor, wie bei einem entsprechenden anatomischen Präparate, das man vom normalen Thiere angefertigt hat. Nur wenn frische Entzündungen und Erweichungen des Hirns, wie es allerdings manchmal noch nach Monaten vorkommt, den Tod herbeigeführt haben, ist natürlich die Section wieder getrübt.

Dieselbe Methode der Blutstillung sichert auch am ehesten gegen die grosse Gefahr, dass die nach aussen zum Stehen gekommene Blutung sich nach innen hin fortsetzt und die zurückgebliebenen Hirntheile comprimirt. Das ist, wenn man grosse Tampons einführt oder nach dem Nähen der Haut tamponirt oder Pulver und dgl. zur Blutstillung verwendet, ein so regelmässiges Vorkommniss, dass man allgemein von Flourens* an das Erbrechen oder, bei leerem Kropfe, die Brechbewegungen als naturgemäss mit der Entfernung des Grosshirns verbunden aufgefasst hat, während sie doch nichts anderes als eine Folge jener Hirncompression sind. Seitdem ich im Besitze der Methode bin, habe ich die Grosshirn-Exstirpationen regelmässig, ohne dass es zu Brechbewegungen kam, ausgeführt, und in den Fällen, in welchen doch noch zu einer späteren Zeit Brechbewegungen auftraten, hat sich jedesmal eine Nachblutung als die Ursache herausgestellt. Ich schreibe den Vorzug

---

* Recherches etc. p. 128. — Flourens giebt den Rath, den Kropf, wo er gefüllt ist, zu öffnen und zu entleeren.

meiner Methode dem Umstande zu, dass der so dünne und lockere Watte-Tampon, indem er die allmähliche Gerinnung des Blutes befördert, doch dem Vordringen des Blutes nach aussen keinen zu grossen Widerstand entgegensetzt.

Ist die Blutung gestillt, so ist das Thier schleunigst, wie ich angab, sich selbst zu überlassen, und es hat insbesondere das Nähen der Haut zu unterbleiben, das nicht nützen, wohl aber viel schaden kann, da die Schmerz- und Abwehrbewegungen des Thieres häufig Nachblutungen veranlassen. Und schon ohnedies sind die Nachblutungen verhängnissvoll genug. Sie treten bei mehr als der Hälfte der Versuche ein, gewöhnlich in den ersten Stunden nach der Operation, doch auch noch im Verlaufe des zweiten Tages, im Gefolge von Bewegungen der Thiere, zuweilen selbst bloss der Defäcation, oder ohne jeden merklichen Anlass. Zwangsbewegungen, Erbrechen, Schiefstellungen des Rumpfes, Verdrehungen des Kopfes sind die Folgen, und die Thiere sterben allermeist in den nächsten Tagen, am sichersten gerade diejenigen, bei welchen die Operation ganz ohne Unfall verlaufen war. Der häufigste Befund ist dann, dass das Blut in den dritten Ventrikel und durch den Aquaeductus Sylvii in den vierten Ventrikel gelangt ist und die Medulla oblongata oder mit dieser auch noch einen Theil des Kleinhirns umflossen hat. Dagegen zeigt sich nie Blut in den Ventrikeln und an der Medulla, wo die Thiere trotz der Nachblutung am Leben geblieben sind, und das sind zugleich fast ausschliesslich solche Fälle, in welchen die Operation weniger vollkommen zur Ausführung gekommen ist. Indem danach wohl das Zurücklassen von Resten der Ventrikeldecke den tödtlichen Bluterguss in die Ventrikel verhütet, wird es beiläufig erklärlich, was anfangs ganz räthselhaft erscheinen musste, dass bei den früheren Grosshirn-Exstirpationen, auch nach meinen eigenen Erfahrungen, die Verluste durch die Blutungen bei weitem kleiner waren; denn bei jenen älteren Versuchen sind immer ansehnliche Stücke der Ventrikeldecke stehengeblieben.

Einzelne Tauben gehen auch durch Erweichungen des Pedunculus und des Thalamus opticus in wenigen Tagen nach der Operation zugrunde. Ich sage: einzelne Tauben, weil ich, obwohl die anatomischen Befunde nicht so selten sind, doch nur die spärlichen Fälle hierherziehe, in welchen nicht zugleich eine Nachblutung vorlag. Es mag sein, dass gerade Zerrungen und Entzündungen des Pedunculus mehrfach die Nachblutungen veranlassen, aber ich habe darüber aus dem Verhalten der Thiere keinen Aufschluss zu gewinnen vermocht. Und überhaupt habe ich um ein tieferes ursächliches Verständniss der vielerlei Zwangsbewegungen, Schiefstellungen u. s. w., welche zur Beobachtung kommen, vergeblich mich bemüht. Ich will deshalb nur noch eine Gruppe hierhergehöriger Erscheinungen besonders erwähnen, deren Kenntniss bei einer späteren Gelegenheit für uns von Nutzen sein wird. Tauben, welche

nach beendeter Operation durch eine Viertelstunde, eine halbe Stunde bis zwei Stunden in normaler Haltung stillgestanden haben, recken und drehen plötzlich den Kopf und setzen sich in Bewegung. Die einen gehen oder laufen nunmehr, die anderen fliegen, die meisten wechseln mit Laufen und Fliegen ab. Diese Bewegungen erfolgen aber nicht continuirlich, sondern werden durch Pausen unterbrochen, während welcher die Tauben ruhig auf dem Platze verharren; und zwar nimmt die Dauer der Pausen ziemlich regelmässig zuerst bis zu einem Maximum ab und dann wieder zu, die Dauer der Bewegungen zuerst bis zu einem Maximum zu und dann wieder ab. Meist treten auch früher oder später Brechbewegungen auf. Endlich gelangen die Tauben wieder zur Ruhe, nach Stunden oder nach Minuten, je nachdem die Pausen und die Bewegungszeiten ganz allmählich oder sehr rasch sich verändert haben. In allen diesen Fällen lehrt die Besichtigung der Tauben, dass Nachblutungen eingetreten sind, den Bewegungen in Grösse und Geschwindigkeit des Anwachsens gut entsprechend; und man hat öfters Gelegenheit zu beobachten, wie mit der plötzlichen Verstärkung der Blutung, wenn das Thier beim Laufen hart an ein Object gestossen ist oder gar beim Fliegen heftig gegen die Zimmerdecke geprallt ist, auch die Bewegungen stürmischer sich entwickeln.

Sind die ersten Tage nach der Operation ohne Blutungen und Entzündungen vorübergegangen, so verheilt und vernarbt alles sehr schön, und die Tauben können durch Monate am Leben erhalten werden, ohne dass es zu einer Störung in ihrem Befinden kommt, wenn man sie künstlich füttert — wir führten einmal täglich gequollene Erbsen ein, bis der Kropf gefüllt war. Für die Zwecke der Untersuchung ist es schliesslich auch unbedingt erforderlich, dass die Tauben die Operation lange überleben, weil die Beobachtungen und Prüfungen, sollen sie zu entscheidenden Ergebnissen führen, mindestens durch sechs Wochen fortgesetzt werden müssen; denn es wiederholt sich an diesen Tauben, was ich schon mehrfach von den am Grosshirn operirten Hunden und Affen zu bemerken hatte, dass sie, wenn ihnen noch Reste eines Sinnes verblieben sind, diese Reste erst mit der Zeit gut verwerthen lernen und dadurch dem Experimentator verrathen. Aber hinsichtlich der Prüfungen thut dabei eine gewisse Vorsicht noth. Die verstümmelten Thiere sind nämlich, besonders in den ersten Wochen, sehr empfindlich gegen starke Erschütterungen und gehen danach leicht an Hirn-Blutungen oder -Entzündungen in den nächsten Tagen zugrunde. Deshalb ist es in der ersten Zeit soweit nur möglich zu vermeiden, dass die Tauben vom Tische fallend auf den Boden aufschlagen, im Fluge heftig gegen die Wand stossen u. dgl. m.; und erst vom zweiten Monate an sind ganz frei nach Bedürfniss auch die rigorosen Prüfungen zu unternehmen, durch welche das Leben der Tauben gefährdet ist. Geht man unbedächtig mit den Prüfungen vor,

so kommt man nicht nur rasch um das mühsam erworbene Material, sondern man opfert es noch dazu nutzlos, da die gewonnenen Ergebnisse doch nicht zuverlässig sind.

Nach alledem wird es nicht überraschen, dass ich nur mit einem Verluste von ca. 80 Procent der Versuche das Viertelhundert Tauben erhalten habe, über welches ich jetzt berichten will. Ich habe die Thiere alle durch eine lange Zeit, durch zehn Wochen bis sieben Monate nach der Operation beobachtet. Nach gewissen Verschiedenheiten, welche sie darboten, lassen sie sich in drei Gruppen ordnen, und ich schildere ihr Verhalten soweit, als es unsere Frage nach dem Gesichtssinne der Thiere verlangt.

Bei der ersten Gruppe war die Operation beiderseits gut zur Ausführung gekommen, und es erwies auch die Section die totale Exstirpation beider Hemisphären, bei Unversehrtheit des übrigen Hirns. Die Taube stand, ob im Behälter oder auf dem Fussboden oder auf dem Tische, meist unverrückt auf dem Platze, den Kopf eingezogen zwischen den Flügeln, in normaler Haltung, zeïtweise — doch im ganzen selten — auf einem Beine und führte dabei in unregelmässigem Wechsel eine Reihe von Bewegungen aus: sie drehte von Zeit zu Zeit den Kopf nach rechts und nach links; sie schüttelte ihn seitwärts hin und her; sie hob ein wenig einen oder beide Flügel in die Höhe; sie schüttelte die Flügel, indem sie dieselben etwas weiter hob und ausbreitete; sie öffnete und schloss den Schnabel; sie rieb den Kopf an den Rückenfedern; sie reckte sich, indem sie krampfhaft unter Heben der Flügel den Kopf nach vorn und ein Bein nach hinten in die Luft streckte; sie putzte die Federn mit dem Schnabel; sie putzte den Schnabel mit dem einen oder dem anderen Fusse. So lange der Kropf nicht leer oder nahezu leer war, traten alle diese Bewegungen verhältnissmässig spärlich auf, und das Stehen wurde nur dadurch unterbrochen, dass die Taube etwa alle halbe Stunde mit erhobenem Kopfe einige Schritte vorwärts oder, um zu kothen, rückwärts trippelte — geradeaus oder im Bogen rechts- oder linksum — und, wenn sie beim Putzen aus dem Gleichgewichte gekommen war, ein Bein oder beide Beine verstellte. War aber der Kropf leer geworden, so erfolgten jene ersteren Bewegungen häufiger, und auch die Gehbewegungen wiederholten sich desto rascher, je länger die neue Fütterung unterblieb; trotzdem kam noch jetzt die Taube meist nicht recht von der Stelle, weil das Trippeln abwechselnd rechtsum und linksum und nur manchmal geradeaus erfolgte. Hin und wieder geschah es derzeit auch, wenn die Taube, wie ich es vorhin angab, die Flügel schüttelte, dass sie schliesslich noch, nach plötzlichem Anziehen beider Beine, 2 bis 4^{cm} hoch über dem Boden sehr schnell bis auf 1—2 Fuss weit gerade oder im Bogen nach vorn dahinstrich und durch Vorstrecken der Beine sich wieder fixirte. Aber weiter als zu solcher Flüsterbewegung, zu

einem wirklichen Auffliegen der Taube kam es nie; selbst die stärkste und noch so oft wiederholte Reizung, z. B. durch Druck auf die Zehen, hatte höchstens Gehbewegungen zur Folge. Hatte die Taube in der Nähe des Tischrandes gestanden, so überschritt sie denselben oft sowohl beim Gehen wie beim Flüstern und fiel flatternd zu Boden; nur wenn sie beim Gehen bloss mit einem Theile des einen Fusses in die Luft getreten war, vermochte sie noch unter Zurückziehen des Fusses und Flügelbewegungen sich auf dem Tische zu behaupten. An alle Hindernisse auf ihrem Wege stiess die Taube an, oder sie ging sogar geradezu in dieselben hinein, so in die anderen Tauben und die Wände ihres Behälters, in die Gegenstände auf dem Tische u. s. w.; und sie wurde dann in der Regel durch dieselben abgelenkt — meist sogleich, selten nachdem sie dieselben vergebens zu überwinden gesucht hatte, nachdem sie z. B. an ihnen in die Höhe gegangen war —, oder sie nahm auch die Hindernisse, wenn sie niedrig waren, indem sie mühsam und ungeschickt auf sie hinauf oder über sie hinweg stolperte. Was auch vor den Augen der Taube sichtbares sich vollzog, und wenn man im hellsten Zimmer plötzlich die Augen tief beschattete oder im finsteren Zimmer plötzlich das grellste Licht vor die Augen brachte, nichts beeinflusste die Taube anders, als dass ihre Pupillen sich erweiterten oder verengten. Liess man die Taube in der Luft los, indem man die sie stützende Hand hinwegzog, so flog die Taube mit halb aufgerichtetem Rumpfe, zurückgezogenem Kopfe und weit vorgestreckten Beinen schräg geradeaus oder gewöhnlich in einer Rechts- oder Linkswindung abwärts; und sie kam entweder mit hörbarem Aufschlage und unter Überschlagen auf dem Boden an, oder sie glitt erst noch eine Strecke über den Boden hin, ehe sie zum Stehen kam. Befanden sich Objecte auf der Flugbahn, so vermied die Taube dieselben nie, sondern streifte sie oder stiess gerade in sie hinein; und wenn dadurch der Flug einigermassen gehemmt worden war und die Taube sich nicht sogleich an dem Objecte hatte fixiren können, so fiel sie flatternd vertical herab und schlug hart auf den Boden auf, unter Umständen so hart, dass sie Knochenbrüche oder Verstauchungen davontrug. Nur wenn die Taube mit ihren Füssen unterwegs einen Gegenstand streifte, an welchem sie sich rasch genug halten konnte, setzte sie sich daran fest, und dabei war dann das Überschlagen oder Gleiten ebenso zu beobachten, wie wenn die Taube zu Boden kam. Im übrigen konnten der Gegenstände noch so viele dicht am Wege der Taube gelegen und durch die geringste Änderung der Flugbahn zu erreichen sein, die Taube flog immer an ihnen vorbei. Warf man die Taube hoch in die Luft, so trug sie, so lange der Wurf sie in die Höhe führte, die Beine angezogen; aber sobald sie zu fallen begonnen hatte, streckte sie weit die Beine vor, und sie flog nunmehr gerade so abwärts, wie ich es vorhin beschrieb.

Von dieser ersten Gruppe unterschied sich die zweite Gruppe bloss durch zwei Abweichungen im Verhalten der Thiere. Hier vermied die Taube von der dritten Woche an beim Gehen manche Hindernisse, während sie in andere hineinging: regelmässig wich sie jetzt der Wand, dem Schranke, der Kiste, meist auch dem Tischfusse aus, dagegen stiess sie an weniger hohe Objecte, an die anderen Tauben in ihrem Behälter, an Gläser, Schalen, Apparate, Holzklötze u. dgl. m., welche sich auf dem Tische oder dem Fussboden befanden, nach wie vor an und stolperte über dieselben hinweg. Dazu kam, dass die Taube meist vom Ende des ersten Monates, einmal erst von der siebenten Woche an scheute, wenn man die Hand in der Richtung von oben nach unten gegen das eine, sagen wir das linke* Auge bewegte: sie schloss das Auge und zog den Kopf gegen den rechten Flügel zurück, manchmal trippelte sie auch einen oder zwei Schritte seitwärts nach rechts. Am ehesten und besten machte sich dieses Scheuen bemerklich, wenn man in den Pausen zwischen den Flugversuchen, welche man mit den Tauben anstellte, die Prüfungen vornahm. Näherte man aber die Hand nicht von oben, sondern in sonst gleicher Weise von vorn oder hinten oder unten dem linken Auge, oder hantirte man ebenso in beliebiger Richtung vor dem rechten Auge, so blieb stets das Scheuen aus. Weitere Abweichungen kamen in Monaten nicht zur Beobachtung. War den Tauben — nach $1^1/_2$—3 Monaten — noch das linke Auge exstirpirt worden, so verhielten sie sich danach in allen Stücken wie die Tauben der ersten Gruppe.

Bei der dritten Gruppe hatte sich die Operation auf der einen, sagen wir der rechten Seite nicht gut ausführen lassen, und die Section ergab, dass nichts von der linken Hemisphäre erhalten war, wohl aber von der rechten ein Fetzen der Ventrikeldecke, der, an Gestalt und Grösse vielfach verschieden, doch in seiner grössten Ausdehnung nicht 2^{mm} erreichend, vom Pedunculus aus, mit welchem er in Verbindung geblieben war, medial- und aufwärts sich erstreckte und unversehrt erschien wie das übrige Hirn. Auch diese Tauben wichen in ihrem Verhalten während der ersten und manchmal noch der zweiten Woche nicht von den Tauben der ersten Gruppe ab. Dann aber setzten sie sich öfter als diese in Gang und blieben länger im Gehen; ja, nach einigen Wochen kam es vor, dass solche Taube einmal zuerst langsam und darauf schneller durch 5—10 Minuten ununterbrochen auf dem Tische oder dem Fussboden umherspazierte. Die Tauben gingen sowohl geradeaus wie im Bogen rechtsum und linksum, nur ein Theil bevorzugte auffällig die Rechtsdrehung. Zum Beginne und während des Gehens bewegten die

* Der Kürze halber wähle ich hier und in der Folge beliebig die eine oder die andere Seite; beobachtet habe ich alles die einen Male rechts, die anderen Male links und ohne dass ein Unterschied bemerklich war.

Tauben den Kopf manchmal in den verschiedensten Richtungen, wie wenn sie lugten oder spähten; und wenn sie stillstanden, hielten sie den Kopf hin und wieder so um seine Längsaxe gedreht, dass das eine Auge mehr nach oben, das andere nach unten sah. Nur über kleine und niedrige Objecte auf ihrem Wege stolperten die Tauben öfters, allen grösseren Hindernissen wichen sie stets gut aus; und wenn sie zu dem Ende des Tisches gelangten, setzten sie wohl manchmal über den Rand hinaus den Fuss, manchmal aber schwenkten sie vorher zur Seite ab. Von der zweiten oder dritten Woche an scheuten die Tauben, wenn man die Hand gegen das linke Auge bewegte, am ehesten und häufigsten, wenn die Hand sich von oben oder hinten her näherte, aber auch wenn sie von unten kam; die gleichen Hantirungen vor dem rechten Auge blieben erfolglos. Brachte man im finsteren Zimmer ein grelles Licht vor die Augen und bewegte es nach allen Richtungen, so kam nie mehr als der Pupillarreflex zur Beobachtung. Vom zweiten Monate an flogen die Tauben auf, meist im Gefolge des Flügelschüttelns, so dass das Fliegen hin und wieder an die Stelle des Flüsterns trat, oder nachdem sie stark gereizt worden waren, z. B. durch wiederholtes Drücken der Zehen; in sehr vereinzelten Fällen auch dann, wenn sie beim Gehen auf ein unebenes Terrain oder an ein Hinderniss gekommen waren. Immerhin war solches Auffliegen selbst nach Monaten nur ein höchst seltenes Vorkommniss, und der Flug ging nur einige Fuss hoch und dauerte nur kurze Zeit an. Entweder drehten sich dann die Tauben im Fluge und liessen sich ungefähr dort wieder nieder, woher sie aufgeflogen waren, oder sie setzten sich höher oben auf einen Froschtopf, einen Tisch, einen Käfig, einen Schrank u. s. w. Liess man die Tauben in der Luft los oder warf man sie in die Höhe, so flogen sie etwa von der fünften Woche an nach Art der normalen Taube mit vorgestrecktem Kopfe und angezogenen Beinen, und zwar fast immer in Linkswindungen abwärts; und sie setzten sich, indem sie zum Schlusse die Beine vorstreckten, auf den Fussboden, unsanft und ungeschickt, doch mit wenig Überschlagen oder Gleiten. War dazu Gelegenheit geboten, so kamen sie auch gar nicht zu Boden, sondern setzten sich schon vorher, wiederum ungeschickt, auf den Tisch, den Käfig u. dgl. m.; ja, wenn ihr Flug sie nicht gerade auf solche Objecte zu, sondern nur dicht an ihnen vorbeiführte, änderten sie wohl einmal plötzlich die Flugrichtung, bogen nach rechts oder nach links um oder hoben sich nochmals ein wenig, um die Objecte zu erreichen. Andererseits stiessen aber auch die Tauben, besonders während der ersten Zeit des Fluges, häufig an Hindernisse auf ihrem Wege an oder geradezu in dieselben hinein; und wenn sie sich nicht sogleich fixiren konnten, z. B. am Ofen, an der Wand u. s. w., fielen sie flatternd vertical herab, und bloss einzelne bewahrten sich vor dem harten Aufschlagen durch eine Windung, welche sie noch dicht vor dem Boden beschrieben.

War solchen Tauben das linke Auge vernäht worden, so flogen sie nicht anders wie die Tauben der ersten Gruppe; und wenn man sie unmittelbar vor und unmittelbar nach der Entfernung der Nähte prüfte, so liess sich auch constatiren, dass die Tauben im letzteren Falle seltener und weniger heftig an die Objecte auf ihrem Fluge stiessen, als im ersteren Falle. War endlich den Tauben noch das linke Auge exstirpirt worden, so verhielten sie sich fortan in allen Stücken wie die Tauben der ersten Gruppe.

Was aus diesen Versuchen zu entnehmen ist, bedarf keines langen Commentars. Sie zeigen zunächst im allgemeinen, dass über den Gesichtssinn der Tauben guten Aufschluss zu gewinnen und selbst noch die letzten Reste des Sinnes zu erkennen keine Schwierigkeiten hat, wenn man nur lange und umfassend genug die Thiere untersucht. Im besonderen sodann folgt nicht bloss aus dem Verhalten jeder einzelnen Gruppe für sich, sondern ausserdem noch aus den Verschiedenheiten im Verhalten zwischen den verschiedenen Gruppen mit aller Sicherheit: dass die Tauben der ersten Gruppe den Gesichtssinn völlig eingebüsst hatten, und dass die anderen Tauben nur noch mit einem Auge sahen und nur sehr wenig, die Tauben der zweiten Gruppe bloss ganz spurweise, die der dritten Gruppe etwas mehr. Demgemäss lehren die Tauben der ersten Gruppe, dass die völlige Entfernung des Grosshirns bei der Taube andauernde völlige Blindheit mit sich bringt. Und dasselbe ergeben die Tauben der dritten Gruppe, da nur so es verständlich ist, dass, wo die eine Hemisphäre ganz und die andere Hemisphäre fast ganz entfernt ist, die Taube mit dem einen Auge gar nicht und mit dem anderen Auge sehr wenig sieht. Dasselbe erweisen aber auch die Tauben der zweiten Gruppe. Denn es wäre widersinnig, anzunehmen, dass durch die gleiche totale Exstirpation der beiden Hemisphären völlige Blindheit auf dem einen und fast völlige Blindheit auf dem anderen Auge bedingt seien, und unabweislich ist die Erkenntniss, dass bei diesen Tauben doch noch ein Rest von der einen Hemisphäre erhalten war, dem restirenden spurweisen Sehen gemäss äusserst klein, so dass er der Constatirung entging. Vollends endlich wird dasselbe durch die Gesammtheit der Versuche ausser Zweifel gesetzt, da diese von der dritten zur ersten Gruppe hin, entsprechend der fortschreitenden Vervollkommnung der Exstirpation auch der zweiten Hemisphäre, die bis zur Erblindung fortschreitende Verschlechterung des Sehens auch des zweiten Auges darthut.

Die grosshirnlose Taube ist also für die Dauer ganz blind, und es war ein Irrthum meiner Vorgänger, dass sie anderes behaupteten. Allerdings waren ihre Versuchsthiere nicht blind, aber diese Thiere hatten auch nicht das Grosshirn ganz eingebüsst. Wieviel jedesmal erhalten war, das würde, auch wenn es der Mühe lohnte, nicht genauer festzustellen sein, weil auf das Sehen mit dem einzelnen Auge nie geachtet

und auch sonst allermeist nur unzureichend geprüft worden ist. Aber da nach den Schilderungen* die Thiere Erscheinungen der Art zeigten, dass sie oft und stundenlang von selber gingen, Hindernisse beim Gehen und Fliegen regelmässig vermieden, nach dem Fliegen sich in normaler Weise fixirten, pickten, girrten, auf grelle Beleuchtung blinzelten, der Bewegung des Lichtes mit dem Kopfe folgten u. s. w., ist nach den vorgeführten Versuchen mit aller Bestimmtheit zu sagen, dass überall mehr vom Grosshirn zurückgeblieben war, als bei unseren Tauben der dritten Gruppe; und darauf, dass bald wenig, bald viel mehr restirte, sind, wie ich mich durch weitere Versuche überzeugt habe, einfach die Verschiedenheiten zurückzuführen, welche das Verhalten der Thiere in den verschiedenen Fällen darbot. Bei der mangelhaften operativen Technik meiner Vorgänger, vor allem weil sie nicht die Knochendecke abnagten, bis sie hinter die Hemisphäre gelangten, konnte es eben gar nicht anders sein, als dass sie in den Ventrikel geriethen und mindestens ein ansehnliches Stück der Ventrikeldecke zurückliessen; und treffend charakterisirt, was geschah, Hrn. Voit's** Versicherung: „ich bin vollkommen gewiss, dass die beiden Hemisphären völlig entfernt waren, und namentlich hatte ich die hinteren Halbkugeln ganz ausgeschält“, da von solchem Ausschälen der hinteren Halbkugeln nur dann die Rede sein kann, wenn man die sogenannten Corpora striata umgreift, welche die Ventrikelhöhle nach unten und aussen begrenzen. Dass aber auch bei der Section, selbst wenn das Thier längere Zeit am Leben geblieben war, der Grosshirnrest nicht gefunden wurde, erklärt sich daraus, dass, was von der Ventrikeldecke stehengeblieben ist, nicht sich umschlägt und nun etwa als gefaltete Membran am Pedunculus hängt, sondern seine normale Lage beibehält: die glatte hintere Begrenzung der Höhle, welche die Section aufdeckt, täuscht die reinliche Fortnahme der Hemisphäre vor, und die dünne der Dura dicht anliegende Membran wird, wenn man nicht genau zusieht, für die Dura gehalten. Bei grossen und gar beiderseitigen Resten ist natürlich ein Übersehen nicht mehr möglich; da zeigt sich, was Hr. Voit*** für einen seiner Fälle beschreibt: eine ununterbrochen und unmerklich in die Grosshirnschenkel übergehende weisse Masse vom An-

* Magendie, l. c. (s. o. S. 181). — Longet, a. a. O. Bd. I. S. 525. — J. M. Schiff, Lehrbuch der Physiologie des Menschen. Bd. I. Lahr 1858—59. S. 332. — Renzi, l. c. Vol. 186 p. 387—93. — Bischoff, Sitzungsber. der Münchener Akademie d. Wiss. 1863. Bd. I. S. 479—82. — Voit, ebenda 1868. Bd. II. S. 106—7. — J. Rosenthal, Centralbl. f. d. medic. Wiss. 1868. S. 739. — Lussana e Lemoigne, Fisiologia dei centri nervosi encefalici. Padova 1871. Vol. I. p. 8—11, 52. — Sigm. Exner, Hermann's Handbuch der Physiologie, Bd. II. Theil II. Leipzig 1879. S. 199—200.

** A. a. O. S. 107.

*** A. a. O. S. 107—8.

sehen und von der Consistenz weisser Hirnmasse, welche die Form zweier Halbkugeln hat, in deren jeder eine kleine mit Flüssigkeit gefüllte Höhle und dazwischen ein Septum sich befindet.*

Nur Flourens unter meinen Vorgängern kommt eine besondere Stellung zu. Man hat seine oft wiederkehrende Angabe, dass die Vögel nach Exstirpation des Grosshirns nicht sahen, wenig beachtet, und auch ich dürfte auf die nackte Angabe kein besonderes Gewicht legen, weil er sie ebenso für andere Thiere gemacht hat, bei welchen sie sich nicht bewährt hat. Aber Flourens' zerstreute und beiläufige Bemerkungen** ergeben doch, wenn man sie zusammenstellt, dass jene Vögel von Zeit zu Zeit einige zwecklose Schritte machten, aber sonst nicht von selber gingen, dass sie nüchtern öfter und länger trippelten als nach der Fütterung, dass sie beim Gehen immer an die Hindernisse stiessen, dass sie nicht pickten, dass sie auf Licht nicht reagirten: und alles das passt ganz gut auf Vögel, welchen das Grosshirn vollkommen entfernt ist. Wenn also auch Flourens' Untersuchung der Functionen des Grosshirns infolge seiner Unklarheit und infolge des Durcheinander von richtigen und falschen Versuchsergebnissen zu einem guten Erfolge nicht hat führen können, so ist das doch jedenfalls anzuerkennen, dass es möglicherweise Flourens zuerst und für 60 Jahre allein gelungen ist, grosshirnlose Vögel zu beobachten. Hätte man jene Bemerkungen nicht geringgeschätzt, so wäre man wahrscheinlich längst zu richtigeren Anschauungen über die fundamentalen Leistungen des Grosshirns gelangt, als sie noch jetzt gänge und gebe sind.

Aber ich bin mit der Untersuchung der Taube noch nicht zu Ende. Schon Flourens*** hatte angegeben, dass die Vögel nach der Exstirpation einer Hemisphäre auf dem gegenseitigen Auge für die Dauer blind seien, und Hr. McKendrick† und Hr. Jastrowitz†† hatten die Angabe in neuerer Zeit wiederholt. Die Beweiskraft der bezüglichen Versuche hatte Hr. Blaschko††† mit gutem Grunde angezweifelt, da er an Tauben, welche nach einseitiger Hirnverletzung vollkommen blind auf dem entgegengesetzten Auge geschienen hatten, doch noch ein gewisses Sehvermögen

---

* Vergl. auch Flourens, l. c. p. 164.

** L. c. p. 32, 34, 49, 90—7, 125, 130, 156.

*** L. c. p. 31—7, 94, 151—2, 161—2.

† Observations and experiments on the corpora striata and cerebral hemispheres of pigeons. Reprint. from the Transact. of the R. Soc. of Edinburgh, 1873. p. 20—2. — Bei diesen Versuchen war allerdings nur die membranartige Ventrikeldecke mit dem oberen Theile des sogenannten Corpus striatum entfernt worden; aber da Blindheit des gegenseitigen Auges die Folge war, gehören die Versuche a fortiori hierher.

†† Arch. f. Psychiatrie, Bd. 6. 1876. S. 612—8.

††† A. a. O. S. 27—8.

auf diesem Auge erhalten fand, wenn das andere Auge exstirpirt worden war. Jetzt haben, von allem solchen Zweifel frei, meine obigen Versuche durchweg, wo die Totalexstirpation einer Hemisphäre gelungen war, bleibende volle Blindheit des gegenseitigen Auges ergeben. Da nun grosshirnlose Tauben nur äusserst schwer für die Beobachtung zu erhalten sind und so selten, dass ich selber mit den grössten Opfern es doch nur auf vier der ersten und neun der zweiten Gruppe angehörige Tauben gebracht habe, so wird man mit Recht fragen, warum ich denn, wo die Entfernung einer einzelnen Hemisphäre ausreichen konnte, doch so sehr um die Entfernung beider Hemisphären mich bemüht habe, und wenn ich schon dies that, warum ich hier gar nicht von der einseitigen, sondern immer nur von der beiderseitigen Totalexstirpation gehandelt habe. Darüber muss ich noch Aufschluss geben; und indem ich dazu nachhole, was ich anscheinend bisher versäumte, wird auch die Lösung meiner Aufgabe noch eine wesentliche Vervollkommnung erfahren.

Die Exstirpation einer einzelnen Hemisphäre, mit den selbstverständlichen Beschränkungen derart ausgeführt, wie ich es für die Exstirpation beider Hemisphären beschrieb, ist mir ungleich seltener als die letztere missglückt, und insbesondere sind die Verluste durch Nachblutungen und Entzündungen viel kleiner gewesen. Ja, man kann, wie ich zuletzt fand, noch einen Theil der Verluste dadurch verhüten, dass man die Thiere während der ersten Stunden nach der Operation eingewickelt im Tuche verbleiben lässt; denn gerade die willkürlichen Bewegungen, welche solche Tauben bald nachdem man sie freigelassen, ausgiebig machen, sind häufig zu Nachblutungen Anlass. Die meisten Thiere ernährten sich nach der Operation wie vorher; nur einzelne mussten in den ersten Tagen künstlich gefüttert werden, weil sie beim Picken nicht den Schnabel öffneten oder die in den Schnabel gelangten Erbsen nicht verschlangen. War etwa eine Woche seit der Exstirpation der Hemisphäre, sagen wir der rechten Hemisphäre verflossen, so zeigten die Tauben im übrigen das normale Verhalten: aber sie scheuten nicht, wenn man dem linken Auge die Hand näherte; sie pickten nicht die Erbsen auf, welche auf ihrer linken Seite gelegen waren; sie stellten sich in ihrem Behälter in der Regel so hin, dass das linke Auge der undurchsichtigen Wand, das rechte Auge dem Zimmer zugekehrt war; sie bevorzugten beim Gehen auffällig die Rechtsdrehung u. s. w. So dass offenbar das Sehen mit dem linken Auge beträchtlich geschädigt oder gar ausgefallen war.

Wurde nun diesen Tauben 3—4 Wochen nach der Exstirpation der rechten Hemisphäre oder noch später auch das rechte Auge exstirpirt, so verhielten sie sich in den ersten 3—4 Tagen wie unsere Tauben der ersten Gruppe, nur dass sie, wenn sie mit offenem Auge dastanden, den Kopf nicht eingezogen zwischen den Flügeln, sondern mehr vorgestreckt, so hoch wie die normale Taube trugen. Aber schon in den folgenden

Tagen vermieden sie öfters beim Gehen die Hindernisse, und manchmal scheuten sie auch vor der gegen das linke Auge bewegten Hand, so dass sie unseren Tauben der zweiten Gruppe glichen. Und noch weitere Veränderungen traten im Verlaufe der zweiten bis dritten Woche ein. Etwa vom zehnten Tage an pickten die Tauben, anfangs nur selten, allmählich aber häufiger, und dann durfte man die künstliche Fütterung einstellen, da die Thiere, wenn Erbsen- und Wassergefässe in ihrem Behälter waren, fortan sich von selber ausreichend ernährten. Nunmehr gingen die Thiere wie unsere Tauben der dritten Gruppe, bewegten sie ebensoviel den Kopf, flogen sie unter den gleichen Bedingungen auf, flogen sie und fixirten sie sich in derselben Weise, wenn man sie in der Luft losliess. Beim Gehen wichen sie immer den Hindernissen aus, und nur sehr selten überschritten sie den Tischrand. Regelmässig scheuten sie, wenn man die Hand von vorn gegen das linke Auge bewegte; dagegen blieb das Scheuen aus, wenn die Hand von oben oder von unten oder von hinten her gegen das Auge kam. Näherte man langsam einen Bleistift von vorn und zur Linken des Schnabels dem linken Auge, so verengte sich die Pupille*, und sie erweiterte sich wieder, wenn man den Bleistift entfernte; führte man aber den Bleistift in anderer Richtung heran, so blieb die Pupille unverändert. Hin und wieder scheuten auch die Tauben, wenn man im finsteren Zimmer plötzlich ein Licht vor den Schnabel brachte; tauchte das Licht in anderer Stellung zum linken Auge auf, so kam nichts anderes als der Pupillarreflex zur Beobachtung. In seltenen Fällen girrten die Tauben. Bei diesem Verhalten blieb es für die Folge, auch wenn die Thiere noch durch Monate am Leben blieben.

Bei allen den Thieren, welche ich eben schilderte, war die Operation gut zur Ausführung gekommen und hatte auch die Section die totale Exstirpation der einen Hemisphäre erwiesen. Immerhin ist es nicht ausgeschlossen, wie uns unsere zweite Gruppe der Tauben belehrt hat, dass doch ein äusserst kleiner Rest der Hemisphäre noch erhalten war, welcher sich der Constatirung entzog. Aber solchem Reste der Hemisphäre das restirende Sehvermögen unserer Tauben zuzuschreiben, geht nicht an. Dafür sahen die Tauben viel zu gut: durchaus nicht spurweise wie die Tauben der zweiten Gruppe, sondern sogar noch etwas besser als die Tauben der dritten Gruppe, bei welchen allen doch der stehengebliebene Fetzen der Ventrikeldecke gefunden worden war. Auch ist es gar zu unwahrscheinlich, dass hier die naturgemäss leichtere Operation niemals vollkommen gelungen sein sollte; wechselten aber ganz

* Dies ist, wie ich wohl kaum zu bemerken brauche, eine Accommodations-Veränderung. Manchmal habe ich zugleich eine kleine Drehung des Bulbus beobachtet.

geglückte Versuche mit nicht ganz geglückten ab, so kann offenbar der Rest des Sehvermögens, der bei allen diesen Tauben der gleiche war, mit jenem Reste der Hemisphäre nichts zu schaffen haben. Endlich und hauptsächlich bot das Sehen dieser Tauben in gewisser Hinsicht eine wesentliche Verschiedenheit von dem Sehen der vorbehandelten Tauben dar. Denn alle Tauben der zweiten Gruppe scheuten bloss dann vor der gegen das Auge bewegten Hand, wenn dieselbe von obenher kam; und im gleichen Falle scheuten immer auch die Tauben der dritten Gruppe, sie scheuten nur ausserdem noch, wenn die Hand von hinten oder unten kam: dagegen scheuten diese Tauben hier nie anders, als wenn die Hand von vornher sich dem Auge näherte, dann aber scheuten sie durchweg, und ebenso hatten der Bleistift und das Licht nur die angegebenen Erfolge, wenn dieselben vor dem Auge sich befanden.

Flourens' Angabe, dass die Vögel nach der Exstirpation einer Hemisphäre auf dem gegenseitigen Auge für die Dauer blind seien, und die entsprechenden Angaben von Hrn. McKendrick und Hrn. Jastrowitz sind also unrichtig und durch die unzureichende Untersuchung der Versuchsthiere veranlasst. Recht behalten hier, die das Gegentheil behaupteten, Hr. Renzi* und die HH. Lussana und Lemoigne**, freilich aber nur auf grund ihrer unvollkommenen Operationen, welche sie wiederum hinsichtlich der Folgen beiderseitiger Exstirpation in den umgekehrten Irrthum haben verfallen lassen.[136] Der wahre Sachverhalt ist, dass die Taube durch den Verlust beider Hemisphären auf beiden Augen für die Dauer völlig blind wird, nach dem Verluste einer einzelnen Hemisphäre aber nicht völlig blind auf dem gegenseitigen Auge ist, sondern hier einen Rest des Sehvermögens noch behalten hat. Und damit stehen wir durchaus nicht vor einer Paradoxie, welche ja auch schon dadurch ausgeschlossen ist, dass wir es eben bloss mit nackten Versuchsergebnissen zu thun haben. Vielmehr fliesst daraus nur die Erkenntniss, dass jede Retina bei der Taube zu beiden Hemisphären in Beziehung steht und vorwiegend mit der gegenseitigen, viel weniger mit der gleichseitigen Hemisphäre verbunden ist. Unsere letzten Versuche lehren dazu ferner noch, dass die äusserste laterale (hintere) Partie der Retina der gleichseitigen, die ganze übrige Retina der gegenseitigen Hemisphäre zugehört.

Bei solcher Verwickelung der Sache war natürlich durch den ausschliesslich einseitigen Angriff des Grosshirns die Bedeutung, welche diesem für das Sehen bei den Vögeln zukommt, nicht festzustellen. Ja, diese Verwickelung trägt auch überhaupt neben den unvollkommenen Exstirpationen wesentlich mit die Schuld an aller der Verwirrung und

---

* L. c. Vol. 186 (1863). p. 417—23.

** Fisiologia dei centri nervosi encefalici. Padova 1871. Vol. I. p. 13—5. — Vgl. auch Lussana, Ann. univ. di Med. Vol. 187 (1864). p. 9—12.

den Widersprüchen, welche hinsichtlich jener Bedeutung so lange bestanden. Hatte man die Vögel nach dem Verluste einer Hemisphäre auf dem entgegengesetzten Auge sehend gefunden, so nahm man es als selbstverständlich, dass sie auch ohne das ganze Grosshirn sahen; und hatten sie nach der Entfernung des ganzen Grosshirns blind geschienen, so mussten sie auch nach dem Verluste einer Hemisphäre auf dem entgegengesetzten Auge blind sein. Aber der Glaube, von welchem man sich dabei leiten liess, dass die Sehnerven der Vögel eine totale Kreuzung erfahren, war eben irrig; und soviel ihn auch bis in die neueste Zeit* die Anatomie des Chiasma gestützt hat, so wird er doch sicher durch die Versuche widerlegt, welche eine bloss partielle Kreuzung erweisen, so dass ein kleiner Theil der Sehnervenfasern zur gleichseitigen Retina zieht. Ebenso war es falsch, was man von jeher mit der totalen Kreuzung der Sehnerven in Zusammenhang brachte, dass die Gesichtsfelder der beiden Augen bei den Vögeln vollständig getrennt sein sollten. Heinrich Müller hat bei vielen Vögeln ausser der etwa in der Mitte des hinteren Augensegmentes oder etwas mehr nach der Schläfenseite hin befindlichen Fovea centralis noch eine zweite Fovea aufgefunden, welche noch mehr nach der Schläfenseite hin gelegen ist und bis fast an die Ora serrata rücken kann. „Das Experiment zeigt", sagt er, „dass die eine Fovea dem monoculären, die andere aber dem binoculären Sehen dient. Es fällt nämlich das Bild eines gerade nach vorn gelegenen Lichtpunktes nachweislich in beide [cc. laterale] Foveae zugleich. Hiernach müssen in dem Gesichtsfeld dieser Vögel drei Stellen deutlicheren Sehens vorausgesetzt werden."** Ich kann als einfachen und klaren Be-

* v. Gudden, v. Gräfe's Arch. f. Ophthalmol. Bd. 20. Abth. II. 1874. S. 251, 267. — Vgl. auch ebenda, Bd. 25. Abth. I. 1879. S. 19. Das Misstrauen, welches hier v. Gudden, auf grund seiner neueren Erfahrungen am Kaninchen, selber gegen seine Ergebnisse an den Vögeln gefasst hat, war, wie sich zeigt, nur zu berechtigt.

** (Zehender's Klinische Monatsblätter, 1863. S. 438—40.) Heinrich Müller's gesammelte Schriften zur Anatomie und Physiologie des Auges, Bd. I. Herausgeg. von Otto Becker. Leipzig 1872. S. 142—3. — Diese Ermittelungen Heinrich Müller's sind mir erst neuerdings bekannt geworden, und sie sind mir deshalb so lange entgangen, weil v. Gudden (a. a. O. Bd. 25) bloss die ältere Angabe von H. Müller (Ges. Schr. S. 138) citirt, dass bei den Eulen der hintere Pol des Auges so weit auswärts liege, dass ein gemeinschaftlicher Sehakt mit der Fovea beider Augen sehr wahrscheinlich sei; ich meinte v. Gudden eine volle Kenntniss der bezüglichen Litteratur und insbesondere gerade der Ermittelungen von H. Müller zutrauen zu dürfen. Infolgedessen hat der Glaube an die totale Kreuzung der Sehnerven bei der Taube in hohem Grade verwirrend auch auf den Gang meiner Untersuchung gewirkt, so lange ich hinsichtlich der Technik der Totalexstirpation in Nöthen war; und erst als ich die operativen Schwierigkeiten überwunden und die Verschiedenheiten in den Resten des Sehvermögens constatirt hatte, drängte sich mir die Lösung aller Räthsel auf. Infolgedessen habe ich ferner, was ich noch mehr

weis für das binoculare Sehen hinzufügen, dass die Taube nach der Exstirpation eines Auges oder einer Hemisphäre in der ersten Zeit sehr häufig die zerstreut auf dem Boden liegenden Erbsen beim Picken verfehlt, indem sie mit dem Schnabel seitlich an ihnen vorbeischlägt, und erst allmählich die Erbsen besser treffen lernt.

Schliesslich klärt es sich auch noch in recht interessanter Weise auf, woher der trügerische Anschein rührte (s. o. S. 206), als ob unsere Versuche, bei welchen beide Hemisphären angegriffen worden waren, die Flourens'sche Angabe bezüglich der Folge einseitiger Exstirpation bestätigten. Für uns auf unserem jetzigen Standpunkte ist, was schon die Erfahrungen der HH. McKendrick*, Musehold**, Moeli*** wahrscheinlich machten, durch Hrn. Blaschko's† Versuche zur Gewissheit gebracht, dass die Sehsphäre der Taube an der Oberfläche des hinteren Theiles der Hemisphäre sich befindet; denn dort allein hatten partielle Exstirpationen Sehstörungen zur Folge, und die Störungen waren desto grösser, je ausgedehnter exstirpirt worden war. Hrn. Blaschko scheint es sogar einmal gelungen zu sein, eine ganze Sehsphäre zu exstirpiren; denn bei der einen Taube, welche nur noch mit dem hinteren (lateralen) oberen Stücke der gegenseitigen Retina sah, dürfte nicht, wie Hr. Blaschko meinte, wegen der anatomischen Schwierigkeiten ein Rest der Sehsphäre zurückgeblieben sein, sondern bloss diejenige Retinapartie, welche der unverletzten gleichseitigen Hemisphäre zugehörte, sich zu erkennen gegeben haben. Ob die dünne Ventrikeldecke, welche Hr. Blaschko immer allein entfernte, auch wirklich für sich allein die Sehsphäre ausmacht, liesse sich nach Hrn. Blaschko's Versuchen noch bezweifeln, weil die obere Schicht des sogenannten Corpus striatum durch die reactive Entzündung zugrundegegangen sein konnte; allein ich habe wiederholt zu beobachten Gelegenheit gehabt, dass nach Fortnahme des ganzen Grosshirns bis auf die Ventrikeldecken das Sehen noch überall erhalten war, dass solche Tauben nach einigen Wochen regelmässig scheuten, gleichviel in welcher Richtung die Hand den Augen genähert

---

bedauere, zur Zeit nicht erkannt, dass Blaschko's Unternehmen an der Taube scheitern musste, als er die anfangs geübten beiderseitigen Exstirpationen, weil er die Thiere nicht am Leben erhalten konnte, aufgab und auf einseitige Exstirpationen sich beschränkte. Dass doch Blaschko's Bemühungen an der Taube nicht fruchtlos gewesen sind, lehrt die Folge oben im Texte.

Die beiden Foveae hat später J. Hirschberg (du Bois-Reymond's Arch. 1882. S. 90) auch bei der ophthalmoskopischen Untersuchung der Taube gefunden, die centrale Fovea in der Mitte, die laterale hoch oben an der Retina.

* L. c. p. 20 f.

** Experimentelle Untersuchungen über das Sehcentrum bei Tauben. Inaug.-Diss. Berlin 1878. S. 14 ff.

*** Virchow's Arch. Bd. 76. 1879. S. 484.

† A. a. O. S. 27—9.

wurde. Nehmen wir dazu, was unsere Tauben der zweiten und der dritten Gruppe als der Sehsphäre angehörig ergeben, so lässt sich zwar die Sehsphäre der Taube noch nicht genau begrenzen, aber es ist doch mit Sicherheit zu sagen, dass die vom Pedunculus aus nach oben und vorn sich erstreckende Ventrikeldecke in grosser Ausdehnung die Sehsphäre bildet. Nun haben wir an unseren Tauben der zweiten Gruppe das Sehvermögen bloss für die unterste Partie der Retina erhalten gefunden; es muss also diese Retinapartie der untersten, am Pedunculus gelegenen Sehsphärenpartie zugeordnet sein. Und an unseren Tauben der dritten Gruppe, bei welchen der zurückgelassene Fetzen der Ventrikeldecke immer medial- und aufwärts vom Pedunculus sich erstreckte, hat sich das Sehvermögen erhalten gezeigt besonders für die untere und die mediale Retinapartie; so dass die mediale Retinapartie der medialen Sehsphärenpartie zugehört. Danach bleibt nur übrig, dass die laterale Retinapartie zugeordnet ist der lateralen Sehsphärenpartie. Das ist aber derjenige Theil der Ventrikeldecke, welcher am besten zugänglich und am leichtesten zu exstirpiren ist: und weil bei unseren beiderseitigen Exstirpationen immer die lateralen Partien beider Sehsphären entfernt waren, konnte es nicht anders sein, als dass jedesmal, wenn dort die Exstirpation einer Hemisphäre ganz gelungen war, auch das gegenseitige Auge vollkommen blind war.

Somit lasse ich, soviel ich sehe, nirgend mehr, auch nicht in Hinsicht auf die Ergebnisse meiner Vorgänger, eine Dunkelheit zurück, wenn ich jetzt die Untersuchung der Taube abschliesse. Und was an dieser ermittelt ist, darf für die Vögel überhaupt gelten, weil meine Vorgänger ausser der Taube noch die verschiedensten anderen Vögel (Huhn, Ente, Falke u. s. w.) untersucht und nie Abweichungen in den Erfolgen der Versuche bemerkt haben. Auch bei den Vögeln sind also, wie beim Hunde und beim Affen, alle centralen Vorgänge des Gesichtssinnes an das Grosshirn geknüpft und ist ebenso jede Hemisphäre mit beiden Retinae in Verbindung gebracht; ja sogar die Lage der Sehsphären und die Projection der Retinae auf die Sehsphären finden sich bei den Vögeln derart, wie bei jenen höheren Säugethieren, wieder.

Anmerkungen.

[134] Die Kürze dieser Darlegung hat Goltz noch eine Möglichkeit geboten, den Sachverhalt wieder zu verdunkeln, und ich muss deshalb nochmals auf den Gegenstand zurückkommen.

Goltz hatte in seinem Londoner Vortrage gesagt (Transact. of the internat. Med. Congr. 1881, Physiology p. 22): „Munk, welcher *diese von mir entdeckte Störung der Gesichtswahrnehmungen* später bestätigte, hat für dieselbe den Ausdruck Seelenblindheit eingeführt“ und war in Pflüger's Arch. Bd. 26, 1881, zu folgenden Ausserungen fortgeschritten: „Man scheint Werth darauf zu legen, für *die von mir*

entdeckte Sehstörung einen kurzen Namen zu finden. Munk, der meine Beobachtungen wiederholte, hat den Ausdruck Seelenblindheit eingeführt" (S. 42) . . . „ich (habe) die Erscheinungen der von ihm so genannten Seelenblindheit so geschildert, dass für Herrn Munk nur übrig blieb, mein Kind zu taufen" (S. 47). Dagegen richtete sich meine obige Darlegung. Und Goltz hat erwidert (ebenda, Bd. 34. 1884. S. 495): „Ich habe Munk vorgeworfen, dass er bei Beschreibung der Sehstörung an Hunden, welche er Seelenblindheit nennt, meinen Namen verschwiegen hat, obwohl ich die bezüglichen Beobachtungen lange vor ihm geschildert habe. Auf diesen Vorwurf antwortet Munk, dass meine Beobachtungen schon Flourens und allen seinen Nachfolgern, insbesondere Longet, Renzi, Lussana und Vulpian bekannt gewesen seien. Wenn das richtig wäre, wenn wirklich alle Sperlinge die Kunde von der Seelenblindheit von allen Dächern pfiffen, wie durfte dann Munk sich vor den Mitgliedern der Akademie mit den Worten rühmen „ „völlig isolirt und weitab von allem bekannten, wie damals der Versuch über die Seelenblindheit dastand" "? Es ist aber nicht so schlimm. Munk konnte seine Beobachtungen nicht allen jenen Forschern nachschreiben; denn keiner von ihnen berichtet über Seelenblindheit *bei Hunden*. Ich verharre bei der Behauptung, dass ich diese Erscheinungen, die Munk Seelenblindheit, ich Hirnsehschwäche nenne, *bei Hunden entdeckt* habe, und dass Munk seine Beobachtungen nur mir entlehnen konnte. Dass *an niederen Thieren vor mir verwandte Beobachtungen gemacht sind,* habe ich voll gewürdigt (vergl. Pflüger's Arch. Bd. 13. 1876. S. 24)."

Diese volle Würdigung von Goltz hat darin bestanden, dass er an der von ihm citirten Stelle der Beobachtung von Lussana und Lemoigne gedenkt, nach welcher die Taube, einer Hemisphäre und des gleichseitigen Auges beraubt, Hindernissen ausweicht, aber vorgeworfenes Futter nicht sieht und beim Anblicke drohender Geberden nicht in Furcht geräth. Von der ganzen übrigen Litteratur von Flourens bis Vulpian ist gar nicht bei Goltz die Rede. Doch brauchen wir uns dabei nicht weiter aufzuhalten, da Goltz jetzt selber nicht mehr davon spricht, dass er jene Sehstörung entdeckt habe, jetzt nicht mehr die Sehstörung für sein Kind ausgiebt, sondern bloss noch, wie man sieht, die schon längst an niederen Thieren festgestellte Sehstörung bei Hunden entdeckt haben will. Aber nicht einmal das ist richtig. Schon deshalb nicht, weil es die Sehstörung bei Hunden gar nicht zu entdecken gab; denn es war selbstverständlich, dass offenbare Akte der Intelligenz, wie das Erkennen des Gesehenen, die Schätzung der Tiefe, das Erschrecken beim Anblicke furchterregender Gegenstände, auch beim höherstehenden Hunde an das Grosshirn gebunden sind und durch seine Verstümmelung verloren gehen, wenn dasselbe für Frosch, Vogel, Meerschweinchen, Kaninchen, Ratte bereits nachgewiesen war. Zuerst beobachtet aber hat bei Hunden die Sehstörung nach Grosshirn-Verstümmelungen nicht Goltz, sondern Bouillaud (Journ. de Physiologie, par Magendie, T. 10. 1830. p. 62, 80—90). Ja, es ist interessant, dass sogar das eine Mal gerade derjenigen Stelle, welche Goltz (Pflüger's Arch. Bd. 13. S. 28) heranzieht, um Bouillaud als Vorläufer von Hitzig bezüglich der Bewegungsstörungen des hirnverstümmelten Hundes hinzustellen, unmittelbar vorhergeht die Beobachtung der Sehstörung, über welche nach Goltz „keiner von allen jenen Forschern berichtet" haben soll. Denn Bouillaud sagt dort S. 63: „(Der Hund) erkennt keinen der Gegenstände, die er sieht, und isst nur die dargebotenen Nahrungsmittel, weil ihr Geruch ihm ihr Vorhandensein offenbart. Im übrigen scheint er immer zu sehen, zu hören, wie er fühlt und riecht; so dass es in die Augen springt, dass die Sinnesempfindungen vorhanden sein können, selbst wenn gewisse intellectuelle Akte, wie die Kenntniss der Personen und der verschiedenen äusseren Objecte, die Erziehungsfähigkeit u. s. w. vollkommen aufgehoben sind." Für Goltz

bleibt daher hier gar nichts übrig, als dass er durch seine Ausspülungsmethode mehr Hunde längere Zeit am Leben erhalten hat; und so giebt es hier gar keine Beobachtungen von Goltz, die ich nur ihm hätte entlehnt haben können. Mit gutem Grunde spricht auch Goltz immer nur von seinen Beobachtungen. Denn in der Auffassung jener Sehstörung hatte er den älteren Forschern gegenüber, welche wiederholt von einem Gedächtniss-Verluste des Thieres gesprochen hatten, sogar Rückschritte gemacht, da er sagte (Pflüger's Arch. Bd. 13. 1876. S. 26): „Ich stelle mir vor, dass ein solches Thier einen ausserordentlich geringen Farbensinn und auch einen sehr verschlechterten Ortssinn der Netzhaut besitzt. Es sieht alles grau in grau, verwaschen, wie in Nebel gehüllt. Diese Annahme würde die ganze Reihe der Thatsachen hinreichend erklären. Ein solcher Hund erkennt ein Stück Fleisch nicht mehr als solches, weil das, was ihm vorhin als ein hellrother, scharf umgrenzter Gegenstand erschien, jetzt vielleicht eine mattgraue, verschwommene Masse darstellt. Er erkennt eine Peitsche nicht mehr als Peitsche, eine Person nicht mehr als ein bestimmtes Individuum, weil die Anschauungsbilder, die er empfängt, verwaschen und farblos sind, und nicht entfernt denen gleichen, welche er in der Erinnerung aufbewahrt hat.“

Das ist die eine Seite der Sache, und ich komme zur anderen, welche Goltz immer noch mit der ersteren verwechselt. Meine Untersuchung hat mit der Ermittelung, dass die Thiere nach Grosshirn-Exstirpationen oder Grosshirn-Verstümmelungen das Gesehene nicht erkennen und das Gehörte nicht verstehen und das Berührte nicht erkennen u. s. w., gar nichts zu thun; sondern ich bin davon als von einer seit Flourens so oft und immer wieder wohlconstatirten Thatsache ausgegangen und habe zu ermitteln gesucht, wie daran die einzelnen Abtheilungen des Grosshirns betheiligt sind. Gerade damit habe ich zu beginnen gehabt, dass ich für solche Zwecke die Goltz'schen Versuche als unbrauchbar nachwies. Und ich habe gezeigt: dass infolge des Verlustes einer bestimmten Rindenpartie des Grosshirns — in den Hinterhauptslappen — das Thier das Gesehene nicht erkennt, während es sieht, hört u. s. w. und auch das Gehörte versteht, das Berührte erkennt u. s. w., und dass infolge des Verlustes einer bestimmten anderen Rindenpartie — in den Schläfenlappen — das Thier das Gehörte nicht versteht, während es sieht, hört u. s. w. und auch das Gesehene erkennt, das Berührte erkennt u. s. w.; dass demgemäss das Gedächtniss für die verschiedenen Sinne an verschiedene Stellen der Grosshirnrinde gebunden ist, die Erinnerungsbilder der Gesichtswahrnehmungen oder das Seh-Gedächtniss in jener Partie der Hinterhauptslappen, die Erinnerungsbilder der Gehörswahrnehmungen oder das Hör-Gedächtniss in dieser Partie der Schläfenlappen ihren Sitz haben. Mit diesen Versuchen, Beobachtungen, Auffassungen beginnt nach meiner Darstellung meine Antheilnahme an der Erforschung des Grosshirns; und wer die Richtigkeit meiner Darstellung bestreiten will, hat nachzuweisen, dass jene Versuche, Beobachtungen, Auffassungen zur Zeit schon vorhanden waren. Nichts auch nur ähnliches aber hat damals vorgelegen ausser den pathologischen Beobachtungen der sogenannten sensorischen Aphasie von Wernicke, welche bis dahin kaum beachtet worden waren und gerade erst nach meinen Versuchen die gebührende Würdigung gefunden haben. Höchstens in Rücksicht auf diese pathologischen Beobachtungen könnte es daher zu viel von mir oben S. 90 gesagt scheinen, dass mein Versuch über die Seelenblindheit anfangs völlig isolirt und weitab von allem bekannten dastand. Aber immerhin war, auf einen beiläufigen Ausdrucksfehler hin mir mein Rühmen vorzuwerfen, sicherlich am wenigsten Goltz berechtigt, dessen Abhandlungen voll von Überhebungen wie von Ungerechtigkeiten sind.

Weil ich einmal bei solchen Erörterungen bin, will ich sogleich noch alles zu-

sammenstellen, was vor mir darüber ermittelt war, dass die Hinterhauptslappen überhaupt in Beziehungen zum Gesichtssinne stehen.

Hitzig's Notiz, welche ich vorfand, habe ich oben S. 6 und 10 angeführt, auch seine Angaben, welche kurz vor meiner ersten Mittheilung mir zugegangen waren, S. 13 wiedergegeben. Erwägt man, dass es Hitzig selber nicht sicher schien, dass Verletzungen der Grosshirnhemisphäre und nicht Nebenverletzungen die Blindheit herbeigeführt hatten (s. o. S. 6), und dass weiter, im Widerspruche zu Hitzig's Angaben, „Abtragungen im Bereiche des Hinterlappens (Gyri n. o.)" nicht paralytische Dilatation der gegenüberliegenden Pupille und „Reizung der gleichen Stelle" nicht eine starke und anhaltende Verengerung der Pupille nach sich ziehen, so kann wohl höchstens von ersten Wahrnehmungen seitens Hitzig's die Rede sein. Auch hat später Hitzig über Versuche am Hinterhauptslappen nichts weiter als das folgende in Volkmann's Sammlung klinischer Vorträge, No. 112 (ausgegeben am 6. Juni 1877) veröffentlicht, S. 974; „Ich hatte in dieser Gesellschaft bereits im vorigen Winter das charakteristische Benehmen von Hunden geschildert, die nach grossen Verletzungen des Hinterhirns auf dem gegenüberliegenden Auge erblindet sind. Diese Thiere lieben es, mit der sehenden Seite an der Wand entlang zu laufen, und stossen mit der Nase auf der blinden Seite an Tischbeine etc. an"; und S. 975: „Demselben Hunde (dem ich vor 7 Monaten eine oberflächliche linksseitige Verletzung in dem motorischen Gyrus beigebracht habe und der noch heute die rechte Vorderpfote mit dem Dorsum aufsetzen lässt u. s. w.) brachte ich vor 7 Wochen in dem rechten Hinterlappen eine mindestens 3mal so grosse Verletzung bei . . . er war eine Zeit lang auf dem linken Auge blind."

Die älteren Erfahrungen von Panizza, welche Tamburini 1880 der Vergessenheit entriss, sind zum Theil, soweit es sich um Atrophien handelt, schon oben S. 20 erwähnt. Hinzukommen Versuche, welche Panizza folgendermassen beschreibt (l. c. Giornale 1855 p. 243): „Mittels einer sehr kleinen Trepankrone durchbohrte ich den Schädel von Kaninchen und insbesondere von Hunden. Nach Einführung eines dünnen, sehr spitzen, weniger als eine Linie breiten Messers durchschnitt ich eine Hemisphäre quer am vorderen Fünftel. Das freigelassene Thier ging, lief, wie wenn es nichts hätte leiden müssen: Muskelkraft und Intelligenz erschienen nicht verringert, aber geschädigt war das Sehen mit dem gegenseitigen Auge. Bei anderen war, nach querer Durchschneidung des Corpus striatum in seiner Dicke, regelmässig das Sehen mit dem gegenseitigen Auge verloren und nichts weiter. Bei wieder anderen blieb nach Durchschneidung des vorderen Theiles des Thalamus opticus das gegenseitige Auge blind, ohne dass das Thier sonst Schaden gelitten hätte. Endlich entfernte ich bei einem Hunde, dem eine Strecke des Gehirnes etwas tiefer als der Scheitelhöcker freigelegt war, eine kleine Portion Substanz: nichts anderes folgte als die Blindheit des gegenseitigen Auges. Dieselbe Operation gleichzeitig an beiden Hemisphären angestellt, führte die vollkommene Blindheit herbei. Diese mehrmals wiederholten Versuche bewiesen mir, dass wirklich die Theile des Gehirnes, welche man in anatomischer Beziehung zu dem Sehnerven stehend findet, einen wichtigen Einfluss auf ihn ausüben." Die anatomischen Untersuchungen aber hatten Panizza ergeben, dass dem Sehnerven den Ursprung geben auch die Markbündel, welche von den Windungen des hinteren Theiles der Hemisphäre herkommen (ebenda, S. 243), oder wie er S. 247 noch schärfer es fasst, die Bündel, welche vom hinteren Umfange des Thalamus opticus zu den hinteren oberen Windungen ziehen. „Gerade die Existenz solcher Faserbündel", fährt er dort fort, „lässt die obenbemerkte Erscheinung verstehen, dass eine, selbst leichte Verletzung der Peripherie einer Hemisphäre, wenn nur die faserige Substanz in Mitleidenschaft gezogen ist, stets die Blindheit des gegenseitigen Auges verursacht oder, bei dem gleichen Angriffe beider Hemisphären,

die vollkommene Blindheit, ohne dass deshalb eine Störung in den anderen Hirnfunctionen folgt.“ Auch eine pathologische Beobachtung hatte Panizza zur Stütze herangezogen (S. 245): Ein Freund war nach mehrtägigem Kopfschmerze durch einen apoplektischen Anfall an der ganzen rechten Körperhälfte gelähmt und auf dem rechten Auge vollkommen blind geworden, der Verstand war frei, nicht die Sprache. Die Intelligenz blieb weiter völlig ungestört. Der Tod trat nach 4 Tagen ein. Die Section ergab eine Erweichung an der linken Hemisphäre, besonders im Thalamus opticus, dazu im hinteren oberen Theile der Windungen.

[135] S. o. Anm. 16.

[136] Dieser Satz würde richtiger lauten, und ich bitte ihn dahin zu verbessern: „Recht behalten hier, die das Gegentheil behaupteten, Hr. Renzi und die HH. Lussana und Lemoigne, welche freilich wiederum hinsichtlich der Folgen der Abtragung beider Hemisphären durch ihre unvollkommenen Exstirpationen in den umgekehrten Fehler verfallen sind.“ Denn ich bin zwar dessen gewiss, dass die beiderseitigen Exstirpationen der genannten Forscher alle unvollkommen waren, aber ich kann nicht dasselbe mit Sicherheit von ihren einseitigen Exstirpationen behaupten, von welchen bei der grösseren Leichtigkeit der Operation wohl einzelne gelungen sein könnten. Und ich will Renzi, wie Lussana und Lemoigne durchaus nicht das Verdienst schmälern, dass sie zuerst — Renzi durch Verdecken, Lussana und Lemoigne viel besser durch Entfernen des der Hirnverletzung gleichseitigen Auges — wider Flourens festgestellt haben, dass die Vögel nach Verlust einer Hemisphäre nicht blind auf dem gegenseitigen Auge sind, dass sie nur zuerst blind zu sein scheinen, aber später vor der bewegten Hand u. dgl. scheuen, Hindernisse auf ihrem Wege vermeiden und sich von selber ernähren.

Hierhergehörige Versuche sind auch 1881 von Stefani gemacht worden (Ipertrofia del cervelletto in un colombo a cui un anno prima erano stati levati gli emisferi cerebrali. — Alcuni fatti sperimentali in contribuzione alla fisiologia dell' encefalo dei colombi. Die beiden Mittheilungen sind in Ferrara 1881 gedruckt und in einem Sonderabdrucke durch die Güte von Hrn. Gad mir bekannt geworden; wo sie erschienen sind, habe ich nicht ermitteln können). Stefani hat durch ein Jahr eine Taube beobachtet, welche nach der Exstirpation beider Hemisphären noch sah; wie sich unzweifelhaft aus dem Befunde des Schädelinhaltes ergiebt, war die Exstirpation unvollkommen ausgeführt. Sodann hat Stefani eine Taube, welcher eine Hemisphäre und das gleichseitige Auge entfernt waren, wie Lussana und Lemoigne, zuerst blind und später sehend gefunden. Ich würde daher diese Versuche nicht zu erwähnen gehabt haben, wenn sich nicht neuerdings weitere Versuche angeschlossen hätten. Anknüpfend an den Versuch mit Exstirpation einer Hemisphäre und des gleichseitigen Auges, heisst es im Berichte über einen Vortrag von Stefani auf dem internationalen Physiologen-Congresse 1889 (Centralbl. f. Physiologie. 1889. No. 14. S. 323): „Das erhaltene Auge hat also directe Beziehungen zur Hemisphäre derselben Seite, sei es dank einer unvollständigen Kreuzung der Sehnerven, sei es vermittelst der Commissur, welche die beiden Lobi optici verbindet. Der Vortragende entscheidet sich für die zweite Annahme, denn wenn man bei einer so operirten Taube den Lobus opticus der anderen Seite, als wo Hemisphäre und Auge entfernt sind, exstirpirt, so verfällt sie wieder in Blindheit, und zwar für immer.“ Stefani scheint hier auf eine unter seiner Leitung ausgeführte Untersuchung von Gallerani sich gestützt zu haben, über welche letzterer auf dem italienischen Ärzte-Congresse 1889 Mittheilung gemacht hat und ein ausführlicherer Bericht in den Arch. ital. de Biologie, T. 12. 1889. p. XXXV vorliegt. Dort lesen wir: „Um festzustellen, ob die Wiederkehr der Sehfunction in einer unvollkommenen Kreuzung der Sehnerven begründet ist oder aber in einer Fortleitung der Netzhauterregungen durch die zwischen

den Lobi optici vorhandene Commissur, entfernt Gallerani den Lobus opticus der dem erhaltenen Auge und der erhaltenen Hemisphäre gegenüberliegenden Seite, indem er also die Commissur durchschneidet. Infolge dieser Operation, constatirt er, wird das Thier wieder blind. Und ebenso findet er, dass, wenn der Abtragung der Hemisphäre und des gleichseitigen Auges die Abtragung des Lobus opticus der anderen Seite voraufgegangen ist, die Wiederkehr des Sehens nicht zu beobachten ist. Diese Versuche beweisen, dass wirklich die Wiederkehr des Sehens auf der Umbildung der Commissur in eine Leitungsbahn beruht.“ Man sieht, dass, wenn auch von meiner vorliegenden Mittheilung gar nicht die Rede ist, Stefani und Gallerani meiner oben im Texte folgenden Aufklärung der Dinge widersprechen. Aber man übersieht auch sogleich weiter, dass Stefani und Gallerani eine ganz falsche Überlegung angestellt haben. Nimmt man die vollständige Kreuzung der Sehnerven zum Ausgangspunkte, so thun die Versuche eine gewisse Bedeutung der Commissur zwischen den Lobi optici dar. Anderenfalls aber beweisen sie weder dies, noch widerlegen sie die unvollständige Kreuzung der Sehnerven; denn sie zeigen nur, dass die Verbindung der Netzhaut mit der gleichseitigen Hemisphäre durch die Abtragung des gleichseitigen Lobus opticus aufgehoben wird, und so muss es eben sein, wenn die Kreuzung der Sehnerven unvollständig ist. Man kann daher umgekehrt die Versuche gerade als Bestätigung dessen nehmen, was der Text oben ausser Zweifel stellt, dass, abgesehen von der Grösse des ungekreuzten Bündels, in den Beziehungen der Netzhäute zu den Sehsphären zwischen Hund und Taube kein Unterschied besteht.

Indem diese Bemerkungen in den Druck gehen sollen, erhalte ich noch Kenntniss von einer Abhandlung von Fasola über die Folgen, welche partielle und totale Grosshirn-Exstirpationen bei Tauben für das Sehen haben (Rivista sperim. di Freniatria, Vol. 15. 1889. p. 229—65, 317—51). Die Untersuchung ist 1885 im Strassburger Laboratorium begonnen und dann in der Heimath fortgesetzt worden. Fasola hat das von mir empfohlene Exstirpationsverfahren benutzt, weil er es den anderen Verfahren, welche er zuerst in Anwendung gezogen hatte, weit überlegen erkannte. In Übereinstimmung mit mir findet er in der dünnen Ventrikeldecke der Grosshirnhemisphäre die Sehsphäre und diese in Verbindung mit den gleichseitigen Partien beider Netzhäute, einer grossen Partie der gegenseitigen und einer kleinen Partie der gleichseitigen Netzhaut. Weiteres bezüglich der Projection der Netzhäute auf die Sehsphären hat er nicht constatiren können. Aber die Sehsphäre ist nach ihm nur der Ort, wo die Sinneseindrücke den höchsten Grad perceptiver und psychischer Ausarbeitung erfahren, während Lichtempfindungen und Gesichtsvorstellungen schon in niedereren Centralorganen entstehen. Denn er hat nach der Exstirpation einer Hemisphäre von dem mit dieser verbundenen Theile der gegenseitigen Netzhaut aus noch schwache und unbeständige Reactionen erhalten und nach der Exstirpation beider Hemisphären die Tauben nur für eine gewisse Zeit blind, später aber sehend gefunden. Die letztere Abweichung von meinen Ergebnissen ist der wesentliche Punkt, der näher zu betrachten ist. Als ein höchst wichtiger Beweis für das Sehen der Tauben ohne Grosshirn ist Fasola erschienen, dass, wenn die Exstirpation sehr rasch ausgeführt und die Blutung nicht zu stark war, hin und wieder die Taube unmittelbar nach der Operation auf Drohungen reagirte, bezw. wenn sie freigelassen wurde, der greifenden Hand auswich oder von selber aufflog, und zwar gegen das Fenster flog oder sich gut auf einen hohen Schrank setzte u. dgl. m.; nach 10—15 Secunden war alles vorüber, und die Taube blieb ruhig, wie eingeschlafen, sitzen, auch erwies sie sich fortan, wie die anderen Tauben, blind. Solche Beobachtungen, von denen Fasola sich wundert, dass sie mir entgangen sein sollten, habe ich in der That gleichfalls gemacht; aber ich werde nach Fasola's eigener

Schilderung nicht erst weiter zu entwickeln brauchen, dass in diesem Blinzeln, Fliegen u. s. w. nichts anderes als Reizungserscheinungen infolge des mechanischen Angriffes, insbesondere des Pedunculus, bei der Exstirpation vorliegen, Erscheinungen, die höchstens einmal vorübergehend durch das Zusammentreffen zufälliger Umstände dem Forscher ein Sehen vortäuschen können. Im übrigen hat Fasola nach der Grosshirn-Exstirpation die Tauben in einer ersten Periode von 1—3 Wochen Dauer vollkommen blind gefunden und von ganz demselben Verhalten wie meine Tauben der ersten Gruppe. Ebendies Verhalten boten die Tauben auch noch in einer zweiten Periode von 1—2 Wochen Dauer dar; nur bewegten sie sich jetzt im hellen Zimmer mehr als im dunklen und wurden, wenn man in das finstere Zimmer durch eine kleine Öffnung Licht einfallen liess, nach einigen Stunden in der belichteten Partie des Zimmers gefunden, — woraus Fasola auf eine „reine und einfache Lichtempfindlichkeit (ein amorphes Sehen)“ schliesst. In der dritten Periode endlich besserte sich das Sehen allmählich während mehrerer Wochen so weit, dass die Tauben schliesslich beim Gehen und wenn sie in die Luft geworfen waren, beim Fliegen Hindernisse vermieden, auf Drohungen, wenn auch schwach und unbeständig, mit jedem Auge reagirten, auf rasche Annäherung der Hand blinzelten, im finsteren Zimmer dem Lichte folgten, zu einem Theile auch pickten u. dgl. m. Indem nun diese dritte Periode nach Fasola frühestens 3 und manchmal erst 5 Wochen nach der Operation begann, ist jeder Gedanke daran ausgeschlossen, dass etwa ein niedererer Hirntheil, der durch den operativen Eingriff infolge von Quetschung, Zerrung u. s. w. functionsunfähig geworden war, mit der Zeit wieder seine Functionen aufnahm; denn dafür ist die Restitution viel zu langsam erfolgt, da wir sogar beim Hunde und Affen, um nur dies eine Beispiel anzuführen, wo bei der beabsichtigten Totalexstirpation beider Sehsphären durch die letzte Operation der Rest einer Sehsphäre zurückgelassen worden ist, selbst einen solchen Rest schon nach einigen Tagen wieder deutlich functioniren sehen. Demgemäss lehren Fasola's Erfahrungen unter allen Umständen, dass bei der normalen Taube alles Sehen an das Grosshirn gebunden ist, und es bietet sich nur weiter folgende Alternative dar: entweder sind bei der Taube unterhalb des Grosshirns Organe vorhanden, welche zwar in der Norm mit dem Sehen nichts zu thun haben, aber nach dem Verluste des Grosshirns dessen bezügliche Functionen, wenn auch unvollkommen, mit der Zeit mehr und mehr übernehmen; oder Fasola hat neben wirklich grosshirnlosen Tauben auch andere mit unvollkommen exstirpirtem Grosshirn vor sich gehabt und beiderlei Thiere nicht ausreichend zu trennen vermocht. Da kann aber kein Zweifel sein, dass wir uns für die zweite Möglichkeit zu entscheiden haben. Denn eine solche Substitution, wie sie die erstere Möglichkeit annimmt, hat, ganz abgesehen von ihrer inneren Unwahrscheinlichkeit, bisher noch in keiner einzigen Erfahrung der Gehirn-Physiologie eine auch nur einigermassen zuverlässige Stütze gefunden. Andererseits hören wir von Fasola, dass nach den Sectionsbefunden die Grosshirn-Exstirpation bloss bei 10 Tauben vollkommen gelungen war, während sie sich bei 6 Tauben auf einer Seite und bei 4 Tauben auf beiden Seiten unvollkommen erwies, und dass er doch das Verhalten der grosshirnlosen Taube auf grund der Beobachtungen an allen 20 Versuchstauben schildert, weil er wesentliche Verschiedenheiten im Verhalten der Thiere nicht bemerkte. Auch Fasola's Erfahrungen an der grosshirnlosen Taube liefern daher eine Bestätigung meiner obigen Ermittelungen, wenn auch nur eine Bestätigung, die mangels der erforderlichen Sichtung der Beobachtungen unvollständig ist.

Dreizehnte Mittheilung.

(Vorgetragen in der Sitzung der phys.-math. Classe der Königl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin am 3. April 1884.)*

5. Untersuchung des Sehens der niederen Säugethiere.

Meine Aufgabe bezüglich des Sehens der Wirbelthiere könnte gelöst scheinen; denn dass die niederen Säugethiere zu den Vögeln und den höheren Säugethieren in Gegensatz treten und mit den Fröschen und den Fischen übereinstimmen, dürfte man nicht glauben wollen. Allein nur die ältesten Forscher haben die niederen Säugethiere, des Grosshirns beraubt, blind gefunden, alle späteren haben dieselben nach anscheinend genauerer Untersuchung für sehend erklärt, so dass an der Sicherheit der neueren Erkenntniss gar kein Zweifel bestand**; und noch in jüngster Zeit, nachdem ich schon für den Hund ein anderes Verhalten dargethan und schliesslich auch mit der Totalexstirpation der Sehsphären erwiesen hatte, sind wiederum neue Beobachter*** für das Sehen des grosshirnlosen Kaninchens eingetreten. Entweder also fallen doch die niederen Säugethiere hier wunderbar aus der Reihe, oder die Forschung ist in seltsamer Weise lange irregeführt worden: und zwischen diesen Möglichkeiten zu entscheiden, ist eine eigene Prüfung der niederen Säugethiere nicht zu umgehen.

Ich habe die Prüfung auf alle die Thiere ausgedehnt, an welchen man die Versuche angestellt hatte: das Kaninchen, das Meerschweinchen und die Ratte. Die Intelligenz dieser Thiere ist so gering, dass Sinnesstörungen, welche nicht beträchtlich sind, sich der Constatirung entziehen und von beträchtlichen Sinnesstörungen, wenn nicht der Sinn ganz verloren ist, genauere Bestimmungen ihres Umfanges nicht zu ge-

* Sitzungsberichte der Berliner Akademie d. Wiss. 1884. S. 549 (ausgegeben am 15. Mai 1884). — Vgl. o. S. 179. Anm. *.

** S. o. S. 181—4.

*** Arthur Christiani, Monatsberichte der Berliner Akad. d. Wiss. 1881. S. 224. — Deutsche medic. Wochenschr. 1881. S. 302.

winnen sind. Deshalb hatte ich für das Studium der Grosshirnrinde von vorneherein auf die Verwendung dieser Thiere verzichten müssen, und deshalb war bei ihnen an Versuchsreihen über die Sehsphären, wie ich sie beim Hunde durchgeführt hatte, nicht zu denken. Wiederum also musste ich zur Exstirpation des Grosshirns mich entschliessen und damit zur engsten Begrenzung der Untersuchung mich verstehen.

Auch hier haben meine Vorgänger mit Ausnahme von Hrn. Renzi Angaben über die Technik des Versuches unterlassen. Doch so selbstverständlich, wie man danach glauben sollte, ist das Verfahren nicht. Man mag das Grosshirn blosslegen wie man will, bei der Abtragung desselben muss man bestimmten Normen folgen. Gerade was Hr. Renzi* vorgiebt, dass man das Grosshirn stückweise entferne, erst ein vorderes Stück, dann die seitlichen Stücke, darauf das hintere obere Stück u. s. w., das ist durchaus zu vermeiden, weil gar zu häufig tiefgelegene Grosshirnpartien der Exstirpation entgehen und auch die niedereren Hirntheile leicht verletzt werden. Man legt am besten zwei dünne und schmale Holzstäbchen** ganz flach an das hintere Ende der rechten Hemisphäre an und rollt durch sanften Zug dieses Ende ein wenig nach vorn auf; dann führt man das eine Holzstäbchen durch die vordere Hirnspalte an die untere Fläche der Hemisphäre, mit dem anderen Holzstäbchen geht man, dem hinteren äusseren Hemisphärenrande folgend und immer hart an den Knochen sich haltend, bis zur Schädelbasis in die Tiefe; endlich bewegt man beide Stäbchen zugleich nach vorn und oben und klappt dadurch die Hemisphäre bis zum Balkenknie nach vorn um. Verfährt man danach ebenso mit der linken Hemisphäre, so hat man beide Hemisphären mitsammt Balken und Fornix als ein unversehrtes Ganzes umgeschlagen, das unterste zu oberst, vor sich. Nur auf diesem Wege, der allerdings zu nahe liegt, als dass man ihn nicht schon öfters eingeschlagen haben sollte, gelingt es, die hinter dem Balkenknie gelegenen Hemisphärentheile sicher vollkommen und ohne Verletzung der Thalami optici oder Corpora quadrigemina herauszuschaffen. Zum Schlusse trennt man mit dem Messer die Grosshirnhemisphären vom übrigen Hirne ab, dicht vor den Thalami optici oder ein wenig weiter nach vorn — darauf kommt es für die Zwecke der vorliegenden Untersuchung nicht besonders an. Ich habe in der Regel unmittelbar vor den sichtbaren vorderen Rändern der Thalami optici einen Frontalschnitt etwas schief nach vorn und unten bis zur Schädelbasis geführt, so dass das Messer auf das hintere Ende der vorderen Schädelgrube stiess. Soweit es sich übersehen lässt, war auch bei allen meinen Vorgängern die Entfernung der Corpora striata in die Exstirpation des Grosshirns eingeschlossen.

---

* Ann. universali di Med. Vol. 189. 1864. p. 112.

** S. o. S. 193.

Man verwendet zu den Versuchen vortheilhaft ältere und kräftige Thiere, welche in den letzten Tagen bloss trockenes Futter erhalten haben. Hat man dann bei der Eröffnung des Schädeldaches etwaige Blutungen aus den Knochenrändern sofort durch Andrücken von Schwämmchen gestillt, die Sinus transversi und vollends den Confluens sinuum sorgsam geschont, die Durazipfel mit dem Sinus longitudinalis anterior tordirt nach vorn und nach hinten zurückgeschlagen, endlich die Exstirpation selbst, falls das Thier narkotisirt war, erst dann unternommen, als die Narkose vorüber war, so ist der mit der Operation verbundene Blutverlust nur unbedeutend, manchmal sogar kleiner als beim entsprechenden Versuche an der Taube; und war, was sich unbedingt empfiehlt, dem Kopfe für die Operation eine möglichst verticale Stellung gegeben, die Schnauze nach unten, das Hinterhaupt nach oben, so zeigt sich schliesslich die Schädelbasis in der Regel frei von Blut, und nur in der Lücke vor den Thalami optici, wo nach der Ausführung des Frontalschnittes das Grosshirn mit dem Scalpellstiele herausgehoben worden ist, sammelt sich etwas Blut an, das bald gerinnt. Es bleiben noch einige Nähte anzulegen, um die freiliegenden Hirntheile vor Vertrocknung zu schützen, und die Operation ist glücklich durchgeführt. Aber damit ist der gute Verlauf des Versuches noch nicht gesichert. Wie man auch die Thiere in der Folge halten mag, ob in Tücher eingeschlagen oder frei im Zimmer oder im engen Käfig, recht häufig treten Nachblutungen ein, bald früher bald später, meist in den ersten Stunden. Diese Blutungen verdunkeln unter allen Umständen die Folgen der Exstirpation und beschleunigen auch, wenn sie nicht ganz unbedeutend sind, den Tod der Thiere; einigermassen erhebliche Blutungen führen sehr rasch den Tod herbei. Nur in 20—30 Procent der glücklich operirten Fälle blieben die Nachblutungen aus: bei diesen ganz gelungenen Versuchen blieben die Kaninchen bis ca. 50 Stunden, die Meerschweinchen und die Ratten bis ca. 90 Stunden nach der Operation am Leben.

So lange Zeit die Thiere zu beobachten, haben meine Vorgänger kaum je Gelegenheit gehabt. Allerdings findet man nur selten die Beobachtungsdauer angemerkt: die Thiere hatten dann immer kurze Zeit, die Kaninchen einige Stunden, die Meerschweinchen längstens 24 Stunden*

* Ich habe Renzi's viertes Meerschweinchen (l. c. p. 133, Esp. 23), dessen Grosshirn ganz entfernt war, im Auge. Die drei anderen Meerschweinchen (p. 113 bis 119, Esp. 19—21) können hier überhaupt nicht in Betracht kommen, weil das Grosshirn nur unvollkommen exstirpirt war, wie aus der Lebensdauer von 8 bezw. 7 Tagen und dem Sectionsbefunde und dazu noch besonders aus Renzi's Bemerkungen p. 134 hervorgeht. Nur mag angeführt sein, dass diese Thiere, bei welchen nach Renzi ein Theil der „Hinterlappen" und eine dünne Schicht Nervensubstanz über den Thalami optici und den Corpora quadrigemina stehengeblieben war, nach einigen Tagen einen Rest des Gesichtssinnes erkennen liessen, indem sie Hindernissen auswichen.

den Eingriff überlebt. Aber gerade weil in der seit Flourens geübten künstlichen Fütterung der enthirnten Vögel so deutlich die volle Erkenntniss des Werthes sich ausspricht, welcher einer möglichst langen Beobachtung der Versuchsthiere zukommt, wird man nicht fehlgehen, wenn man aus dem Schweigen der übrigen Forscher auf einen gleich frühen Tod ihrer enthirnten Säugethiere schliesst. Hr. Schiff, der unzweifelhaft hier die reichsten Erfahrungen hat, sagt auch*, dass die Säugethiere „gewöhnlich nach einigen Stunden sterben", indem gerade nach bestgelungener Operation durch die heftigen Bewegungen der Thiere neue Blutungen herbeigeführt werden; und wenn er hinzufügt: „so lange man die operirten Säugethiere gehörig überwacht, kann man sie am Leben erhalten", so kann damit, bei der Eigenart der gestellten Anforderung, doch eben nur eine mässige Verlängerung der Lebensdauer gemeint sein. Nur Hr. Cyon** hat Kaninchen ohne Grosshirnlappen zwei Tage leben sehen, wie er gelegentlich bemerkt, ohne weitere Beobachtungen an diesen Thieren mitzutheilen.

Aber zwei Tage sind auch bei den enthirnten Kaninchen, vier Tage bei den enthirnten Meerschweinchen und Ratten die äusserste Lebensdauer. Obwohl die Thiere nicht Nahrung zu sich nehmen, sterben sie doch nicht den Hungertod. Dafür erliegen die Thiere viel zu früh*** und mit einer zu geringen Abnahme des Körpergewichtes (7—20 Procent); auch wird der Magen nach dem Tode nicht leer und zusammengezogen, sondern mit einem reichlichen und bei den Kaninchen manchmal sogar noch ziemlich festen Inhalte angetroffen. Sondern die Todesursache ist offenbar im wesentlichen durch die Veränderungen der zurückgebliebenen Hirntheile gegeben, welche regelmässig bei den ganz gelungenen Versuchen die Section aufdeckt, durch die Entzündungen und Erweichungen, welche von der Schnittfläche und von der freien Oberfläche aus sich verbreitet haben. Höchstens eine Beschleunigung des Todes durch den geringen Blutverlust und durch die Inanition könnte man annehmen wollen, und selbst dieser liesse sich durch künstliche Fütterung nicht entgegentreten; denn der ansehnliche Inhalt des Magens, den man stets findet,

---

* Lehrbuch der Physiologie des Menschen. Bd. I. Lahr 1858—59. S. 332.

** Methodik der physiologischen Experimente. Giessen 1876. S. 508.

*** Die oft wiederkehrende Angabe, der Inanitionstod trete bei Ratten und Mäusen schon am zweiten oder dritten Tage ein, ist falsch. Sie hat endlich neuerdings durch Voit dahin Berichtigung gefunden, dass „Ratten nach 7—8 Tagen dem Hunger erliegen" (Sitzungsber. der mathem.-phys. Classe der Münchener Akademie d. Wiss. Bd. 13. 1883. S. 403). Bei Versuchen, welche ich selber anstellte, bevor ich diese Bemerkung Voit's kannte, sind die Ratten im Laufe des neunten und zehnten Tages gestorben. (Eine Ratte von 138^g lebte $9^1/_2$ Tage und verlor 38 Procent, eine andere von 132^g lebte über acht Tage und verlor 34 Procent des Körpergewichtes; eine dritte Ratte, welche fast neun Tage lebte, wog nach dem Tode 139^g.)

und die alkalische Reaction, welche Inhalt und Wandung des Magens meist darbieten, lassen keinen Zweifel, dass die Verdauung infolge des Eingriffes zum Stillstande kommt.*

Das Verhalten der enthirnten Thiere will, ehe wir an unsere eigentliche Aufgabe herantreten, erst gewissermassen im groben gewürdigt sein. Man übersieht es am besten, wenn man von den längstlebigen Thieren ausgeht.

Zunächst nach der Operation bleibt das Thier, bei normaler ruhiger Athmung, in jeder beliebigen Lage, die man ihm ertheilt hat, wofern nur der Körper ausreichend unterstützt ist, unverändert und unbewegt liegen. Dieses Erschöpfungsstadium, wie ich es nennen will, dauert ungefähr eine halbe Stunde, längstens etwa eine Stunde an und findet seinen Abschluss, indem das Thier plötzlich oder auch, wenn es auf der Seite lag, nach einigen Strampelbewegungen die hockende Stellung annimmt, welche es sonst immer bei langem Sitzen oder beim Schlafen hatte. In der Stellung verharrt dann das Thier während des zweiten Stadiums, des Ruhestadiums, durch Stunden und führt nur hin und wieder, im ganzen sehr selten, einzelne Bewegungen aus. Es hebt oder schüttelt einmal den Kopf, es wendet ihn einmal nach rechts oder nach links, es dreht ihn gegen die Brust oder die Flanke, als ob es dort etwas suchte; es blinzelt mit dem einen oder dem anderen Auge; es dreht ein Ohr oder beide Ohren hin und her; es macht Lippen- und Kieferbewegungen; es verstellt das eine oder das andere Bein; es hebt ein Vorderbein und führt es gleichsam wischend das Gesicht entlang; es hebt ein Hinterbein und bringt es wie zum Kratzen an den Bauch; es putzt die Schnauze mit den Vorderfüssen. Hin und wieder kommt es auch einmal vor, dass das Thier sich etwas zeigerartig dreht oder wenige Schritte vorwärts macht, geradeaus oder im Bogen rechts- oder linksum. Die normale ruhige Athmung besteht dabei zuerst unverändert fort, aber später schieben sich vereinzelte rasche active Exspirationen ein, mit anfangs langen, dann kürzeren Zwischenzeiten, in der Regel begleitet von einer Art Niesegeräusch, nur äusserst selten statt dessen von einem kurzen hohen Tone. Mit der Zeit werden diese Exspirationen immer heftiger, und dann verbindet sich mit ihnen, am frühesten beim

---

* Ferrier ist es auch einzig und allein, der hier nach „eigenen Experimenten" von Erfolgen künstlicher Fütterung zu berichten hat: „Bleibt das Kaninchen sich selbst überlassen . . . , so verharrt es unbeweglich an derselben Stelle und geht . . an Hunger zu Grunde; wird es aber künstlich gefüttert, so kann das Thier einige Tage am Leben erhalten bleiben." (The functions of the brain. London 1876. p. 39 — hier heisst es sogar: „the animal may live an indefinite period" —. Übersetzt von Obersteiner. Braunschweig 1879. S. 44.) Ein interessanter neuer Beleg für das Vertrauen, welches Ferrier's Versuche und Angaben verdienen! [137] (Hinsichts der Unbeweglichkeit vergl. noch die Folge oben im Text.)

Meerschweinchen, ein Zusammenfahren oder eine Vorwärtsschiebung des ganzen Thieres, bis es endlich zu den Laufbewegungen kommt, welche das dritte Stadium charakterisiren. Jetzt läuft das Thier, nicht unausgesetzt, sondern mit Pausen, während welcher es ruhig dasteht, manchmal geradeaus, meist in Kreisen oder Spiralen. Anfangs ist die Ruhezeit ansehnlich länger als die Laufzeit: grössere Pausen trennen Laufperioden, innerhalb welcher die einzelnen Laufbewegungen mit kürzeren Pausen auf einander folgen; jede Laufbewegung beschränkt sich auf wenige Schritte und erfolgt mit geringer Geschwindigkeit.* Aber allmählich nimmt die Laufzeit immer mehr zu, die Ruhezeit immer mehr ab; alle Pausen werden kürzer, die Dauer jeder Laufbewegung und die Geschwindigkeit wachsen. Endlich sind Laufperioden nicht mehr zu erkennen, und längere rasche Laufbewegungen schliessen sich mit nur kurzen Pausen an einander an. Damit ist der Höhepunkt des Laufens erreicht, und wie dieses soweit wuchs, so nimmt es fortan wieder ab. Die Dauer und die Geschwindigkeit der Laufbewegungen werden kleiner, die Pausen grösser, und nach einiger Zeit schieben sich auch vereinzelte besonders grosse Pausen ein, so dass wieder Laufperioden zu unterscheiden sind. Die Pausen vergrössern sich nunmehr rasch, rascher als sie früher sich verkleinert hatten. Plötzlich einmal, zum Schlusse einer Laufperiode, fällt das Thier auf die Seite und bleibt mit ausgestreckten Extremitäten liegen; doch nach einiger Zeit richtet es sich wieder auf, und das Laufen beginnt von neuem. Nach einer Anzahl Laufperioden fällt das Thier wieder um, und wieder erhebt es sich und läuft. Das wiederholt sich mehrmals, bis endlich das umgefallene Thier wohl noch Strampelbewegungen macht, aber nicht mehr sich aufzurichten vermag; auf der Seite liegend, bewegt es nur noch von Zeit zu Zeit den Kopf und die Beine wie zum Laufen. Mittlerweile hat sich die Respiration beschleunigt und sehr verflacht, unter öfterem Auftreten einzelner stark dyspnoïscher Athmungen. Diese Athmungen werden immer häufiger und krampfhafter, der Rumpf hört zu athmen auf, und mit heftigster Kopfdyspnoë schliesst das Leben des Thieres. Seitdem der Höhepunkt des Laufens erreicht war, ist beim Kaninchen fast ein Tag, sind bei dem Meerschweinchen oder der Ratte etwa zwei Tage verflossen, so dass die Zeit der Zunahme

---

* Ich betrachte immer die mittlere Geschwindigkeit einer ganzen Laufbewegung und sehe von den Veränderungen ab, welche die Geschwindigkeit manchmal innerhalb der Laufbewegung erfährt; die letzteren habe ich nicht ausreichend studirt. (Über die Veränderungen der Geschwindigkeit, wenn die Thiere durch mechanische Reizung ihres Körpers zum Laufen gebracht sind [s. unten S. 227], vergl. Schiff, a. a. O. S. 340; ich muss jedoch bemerken, dass ich die Thiere in solchen Fällen, ohne dass sie an ein Hinderniss stiessen, bald früher bald später, je nach der Stärke der Reizung, habe zur Ruhe kommen sehen.)

der Laufbewegungen den kleineren, die Zeit ihrer Abnahme den grösseren Theil der Dauer des dritten Stadiums in Anspruch nimmt.

In den Hauptzügen ebenso stellt sich das Verhalten der enthirnten Thiere bei allen ganz gelungenen Versuchen dar, überall finden sich die geschilderten drei Stadien mit ihren charakteristischen Erscheinungen wieder. Mit der Abnahme der Lebensdauer erfahren nur das zweite und das dritte Stadium eine entsprechende Verkürzung und innerhalb des dritten Stadiums insbesondere wiederum die Zeit, während welcher die Laufbewegungen abnehmen, so dass der Tod immer näher an den Höhepunkt des Laufens heranrückt. Weiter drängen sich die Laufbewegungen bei ihrem Anwachsen nicht nur rascher dicht an einander, sondern es steigern sich auch, je kürzer die Lebensdauer ist, desto mehr ihre Dauer und ihre Geschwindigkeit, so dass es zu minutenlangem und viel stürmischerem Laufen kommt, als bei den längstlebigen Thieren, bei welchen selbst auf dem Höhepunkte Dauer und Geschwindigkeit doch immer nur mässige sind. Endlich, wo bei dem Kaninchen noch innerhalb des ersten Tages, bei dem Meerschweinchen oder der Ratte noch innerhalb des zweiten Tages der Tod eintritt, stellen sich neben den Laufbewegungen manchmal noch Zuckungen einzelner Muskelpartien, in seltenen Fällen sogar rasch vorübergehende Krämpfe ein.

Und auch noch bei den nicht ganz gelungenen Versuchen, bei welchen es erst zu einer späteren Zeit zur Blutung kommt, ist bis zum Eintritte der Blutung das entsprechende Verhalten der Thiere zu beobachten; es sind fast ausschliesslich solche Thiere, deren Laufbewegungen rasch und stürmisch sich entwickelt haben. Die Blutung entsteht hier öfters, wie wir es schon von Hrn. Schiff bemerkt fanden, durch das Anprallen der Thiere an Hindernisse, manchmal aber auch ohnedies und überhaupt ohne jeden äusseren Anlass. Plötzlich streckt das Thier wie tetanisch Kopf, Rumpf und Glieder und fällt unmittelbar oder nachdem es einen meterhohen Satz in die Luft oder mehrere gewaltige Sätze nach vorn oder Rollungen um die Längsaxe gemacht hat, auf die Seite; meist erhebt es sich gar nicht mehr, sondern macht höchstens noch Strampelbewegungen und geht bald in grösster Athemnoth zugrunde. In diesen Fällen ist das Blut, wie sich zeigt, in die Ventrikel gedrungen oder hat Pons und Medulla oblongata von aussen umflossen. Wo diese Hirntheile und die Ventrikel nicht betroffen sind, thut sich die Blutung manchmal in krampfhaften Zuckungen und immer in einem plötzlichen abnorm raschen Anwachsen des Laufens kund. Ganz unbrauchbar sind bloss diejenigen Versuche, bei welchen die Nachblutung bald nach der Operation erfolgt oder, was ziemlich häufig vorkommt, die durch die Exstirpation gesetzte Blutung fälschlich vollkommen gestillt erschien und allmählich immer mehr Blut die zurückgebliebenen Hirntheile umfliesst. Dann sind das Erschöpfungs- und das Ruhestadium gar nicht oder doch nur in Spuren

bemerkbar, Krämpfe mannigfacher Art und Laufbewegungen stellen sich sehr früh ein, und aus dem Gewirr der von Fall zu Fall wechselnden Erscheinungen ist bloss eine regelmässige Steigerung des Laufens herauszuerkennen.

Das geschilderte Verhalten zeigen die Thiere, ohne dass nach beendeter Operation irgend ein Angriff weiter seitens des Experimentators erfolgt. Ich muss dies hervorheben, weil von den meisten Beobachtern das Laufen der enthirnten Säugethiere nicht anders als für den Fall, dass sie dieselben reizten, angemerkt worden ist. Selbst Hrn. Schiff ist der wahre Sachverhalt entgangen. Allerdings lässt er, wo „die heftigen Bewegungen", die zu Nachblutungen führen, fehlen, die Exstirpation unvollkommen oder durch zu grossen Blutverlust misslungen sein*; aber er fügt nicht bloss sogleich hinzu, dass „die heftigen Bewegungen übrigens nie ganz spontan auftreten", sondern er sagt auch, nachdem er die durch Reizung herbeigeführten Laufbewegungen behandelt hat: „manchmal sieht man allerdings nach lange angehaltener Ruhe auch scheinbar von selbst solche Bewegungen beginnen, aber diese sind selten"**. Erst Hr. Renzi*** und neuerdings Hr. Christiani† haben das Laufen als eine regelmässige Erscheinung bei den Thieren, die sich selbst überlassen bleiben, erkannt; sie haben freilich wiederum seine Charakteristik übersehen und vor allem das, dass das Laufen ein Secundäres im Verhalten der Thiere ist und Ruhe das Primäre.

Ich muss auch noch, die Thiere in der Ruhe zu charakterisiren, etwas hinzufügen. Nach Hrn. Schiff†† kommt ihnen „die vollkommen passive Biegsamkeit aller Glieder, die Beibehaltung jeder dem Thiere ertheilten nicht schmerzhaften Lage" zu. Hrn. Christiani† andererseits „boten die Kaninchen einen Anblick dar, welcher sich von dem nichtenthirnter Thiere im Allgemeinen wenig unterschied. Von Muskelschwäche in den Extremitäten oder von ungewöhnlicher Haltung des Kopfes u. d. m. war in den bestgerathenen Fällen durchaus nichts wahrzunehmen: die Thiere sassen unmittelbar nach der Operation da, wie normale Thiere zu sitzen pflegen". Beide Angaben sind nicht richtig, da, wie es schon einzelne Versuche von Flourens und Hrn. Renzi zeigen, der anfängliche Erschöpfungzustand und die spätere Ruhe der Thiere auseinanderzuhalten sind. Hrn. Schiff's Angabe trifft genau zu für unser Erschöpfungsstadium, das Hrn. Christiani entgangen ist, und das nie fehlt, auch wenn die Thiere — infolge der Reizung — „schon beim Losbinden sich sehr ungeberdig benehmen und zu entfliehen

* A. a. O. S. 332.
** Ebenda, S. 340.
*** L. c. p. 133—5.
† A. a. O. S. 223—4.
†† A. a. O. S. 341.

suchen"*. Im Ruhestadium dagegen sinken wohl die Thiere bei langer Ruhe immer mehr in sich zusammen, und sie halten auch manchmal die Beine abnorm oder lassen sich dieselben verstellen wie Hunde, welche die Extremitätenregionen der Fühlsphären verloren haben; aber sie halten jetzt immer die hockende Stellung fest, sie lassen den Körper nicht mehr in jede beliebige Lage bringen, sie behalten nicht einmal die einfache Seitenlage bei, sondern sie kehren immer wieder zur hockenden Stellung zurück.

Wenn nach diesen Bemerkungen die bisherige Kenntniss vom groben Verhalten, welches die enthirnten Säugethiere ohne jeden weiteren Angriff seitens des Experimentators darbieten, meiner obigen Schilderung gegenüber recht mangelhaft erscheint, wenn in der That in der gesammten Litteratur nur ein einziges Versuchsprotokoll von Hrn. Renzi** ein richtiges Bild gewährt, so wäre eine Anklage meiner Vorgänger darum doch ungerecht. Man hatte offenbar mit den so misslichen Versuchen an Säugethieren gerade bloss dem dringendsten Bedürfnisse entsprechen wollen, das nach den viel besseren und vollkommeneren Versuchen an den niedereren Wirbelthieren noch bestand. Wie hier, hatte man dort die Thiere nach der Entfernung des Grosshirns in Ruhe verharren, die willkürliche Bewegung fehlen sehen. Und auch die Laufbewegungen waren, als man auf sie aufmerksam geworden war, nicht unverständlich erschienen: dieselben „sind gewiss ebenfalls nur Reflexe infolge innerer Reize", hatte schon Hr. Schiff*** gesagt, und Hr. Renzi† hatte auf die verletzten und entzündeten Hirntheile, Hirnhäute u. s. w. als ihre Ursache hingewiesen. Damit hatte man sich begnügen dürfen; und die genauere Untersuchung mit den grösseren Opfern ist erst neuerdings durch Hrn. Christiani's Veröffentlichung nöthig geworden.

Es galt allgemein und bildete gewissermassen die Grundlage unserer physiologischen Kenntniss des Grosshirns, dass die Wirbelthiere durch den Verlust des Grosshirns die willkürliche Bewegung einbüssen, dass sie in einem soporösen, schlafähnlichen Zustande verharren und nur noch insoweit sich bewegen, als Reizungen die erhaltenen Bewegungsmechanismen in Thätigkeit setzen. Das ist indess nach Hrn. Christiani nicht richtig, wenigstens nicht für die von ihm beobachteten Thiere, die Kaninchen. Die enthirnten Kaninchen schlafen vielmehr wirklich und schlafen nur viel leichter ein als unversehrte Thiere, doch gelegentlich wachen sie auf, dann gehen sie ohne jede Abnormität umher, machen dabei auch mitten in der Bewegung halt oder erklettern und erspringen

* Christiani, a. a. O. S. 223.
** L. c. p. 133—4.
*** A. a. O. S. 340.
† L. c. p. 134—5.

Anhöhen, schliesslich begeben sie sich wieder zur Ruhe und schlafen ein*. Danach würde nur, was das normale Thier wach erhält, nach der Enthirnung weniger wirksam sein, und es käme auch beim enthirnten Thiere, wie beim normalen, zu Bewegungen, welche nicht durch Reizungen, die unmittelbar oder von der Peripherie her die Bewegungsmechanismen treffen, veranlasst sind, d. h. das enthirnte Thier machte auch andere Bewegungen, als unwillkürliche — Zwangs- oder Reflexbewegungen.

Aber Hr. Christiani hat sich getäuscht.

Unsere enthirnten Thiere zeigen sich zu den verschiedenen Zeiten ungleich empfindlich gegen die mechanische Reizung ihres Körpers, am wenigsten empfindlich im Erschöpfungsstadium, empfindlicher im Ruhestadium und noch empfindlicher im Laufstadium, besonders um den Höhepunkt des Laufens herum; aber jederzeit sieht man, sobald die Reizung überhaupt wirksam geworden, mit deren Grösse auch die Reaction wachsen. Zuerst kommt ausschliesslich der angegriffene Körpertheil in Bewegung, dann tritt eine ausgedehntere Muskelthätigkeit ein, endlich läuft das Thier, und nun läuft es mit grosser Regelmässigkeit desto rascher und desto länger, je stärker der Druck oder der Stoss war. Ebensolche Bewegungen und insbesondere die Laufbewegungen lassen sich auch durch Drücken, Stechen u. s. w. der zurückgebliebenen Hirntheile herbeiführen, nur dass sie hier der Natur der Dinge gemäss in Art und Grösse weniger zu beherrschen sind.[138] Die Laufbewegungen der sich selbst überlassenen Thiere können daher unwillkürliche Bewegungen, Reflex- oder Zwangsbewegungen sein, wenn an und in diesen Thieren Vorgänge statthaben, fähig solche centralen Erregungen zu setzen, wie

* „Die Kaninchen“, sagt Christiani a. a. O. S. 223—4, „sassen unmittelbar nach der Operation da, wie normale Thiere zu sitzen pflegen, und ergriffen, wie solche, die Flucht, wenn man sie, namentlich an den hinteren Extremitäten, festzuhalten suchte . . . Auch spontane Ortsveränderungen, und dabei keineswegs immer nur fluchtartig ausgeführte, fanden ab und zu statt, wenn die Thiere am Einschlafen verhindert wurden. Diese Bemerkung ist nicht ohne Belang. Es war nämlich zwar eine merkliche Erhöhung der Empfindlichkeit auf Reizung sensibler Nerven, namentlich auch des Acusticus, in den meisten Fällen wahrzunehmen, nichtsdestoweniger verfielen aber die Thiere, wenn man sich nicht mit ihnen beschäftigte und bei Abwesenheit stärkerer äusserer Reize, namentlich bei Fernhaltung aller stärkeren Geräusche und bei Abblendung directen Lichtes, viel leichter in Schlaf, als nichtenthirnte. Aus diesem Schlafe wachten halbe Tage lang beobachtete Thiere wiederholt von selbst auf. Sie gingen dann eine Zeit lang umher, um sich schliesslich wieder zur Ruhe zu begeben und einzuschlafen. Aus diesem Schlafe wurden aber auch die Thiere lebhaft aufgeschreckt, wenn die Stille durch ein plötzliches stärkeres Geräusch unterbrochen wurde . . . Was das Umhergehen der Thiere nach dem spontanen Erwachen betrifft, so zeigte sich in den bestgelungenen Fällen durchaus nichts Abnormes: die Thiere wichen Hindernissen (z. B. Tischfüssen) aus, ohne dieselben zu berühren; sie machten ohne objectiv nachweisbaren Grund mitten in der Bewegung Halt; sie erkletterten und ersprangen Anhöhen u. s. w.“

vorhin die mechanischen Reizungen. Und solcher Vorgänge finden sich genug, von anderem abgesehen, in den Blutungen, wo diese auftreten, in den Entzündungsprocessen, welche an den zurückgebliebenen Hirntheilen bei allen ganz gelungenen Versuchen nachweisbar sind, in den Zerrungen, welche der Hirnstiel, infolge der Entfernung der tieferen Grosshirnpartien seiner natürlichen Unterlage beraubt, überall erfahren muss. Danach ist von vorneherein Hrn. Christiani's Auffassung vom Laufen der Thiere als eine ganz und gar willkürliche und die Auffassung von Hrn. Schiff und Hrn. Renzi als die berechtigtere zu erkennen.

Doch unsere genauere Kenntniss des Verhaltens der Thiere führt uns weiter. Ich will die nicht ganz gelungenen Versuche, bei welchen sofort handgreiflich die Blutung als Ursache der Laufbewegungen sich darstellt, beiseitelassen und nur die ganz gelungenen Versuche betrachten. Da treten die Ortsveränderungen durchaus nicht regellos ab und zu ein, und ebensowenig dauern sie regellos in der Zeit an, sondern im Laufen der Thiere thut sich eine grosse Gesetzmässigkeit kund: allemal beginnt das Laufen eine gewisse Zeit nach der Operation und nimmt an Häufigkeit, Intensität und Dauer zuerst bis zu einem Maximum zu und dann wieder ab; und zweitens setzt das Laufen desto eher nach der Operation ein und erfährt an Häufigkeit, Intensität und Dauer eine desto raschere und auch desto beträchtlichere Steigerung bis zum Maximum, je früher der Tod des Thieres erfolgt. Diese Abhängigkeit der Laufbewegungen von der Zeit nach der Operation und von der Dauer des Überlebens beweist, dass wir es mit unwillkürlichen Bewegungen zu thun haben, mit Bewegungen, veranlasst durch Vorgänge im Thiere, welche die Operation stets zur Folge hat, und welche von einer gewissen Zeit an sich allmählich weiter entwickeln, bis das Thier erliegt, die einen Male rascher und mächtiger, die anderen Male langsamer und schwächer.

Ja, die Sectionsergebnisse lehren uns sogar noch die Vorgänge näher kennen. Bei den längstlebigen Thieren zeigen sich die blossgelegten Hirntheile umhüllt vorn — wo vor der Schnittfläche geronnenes Blut verblieben war — von einer etwas consistenteren und braunrothen, sonst überall von einer rahmigen gelben Eitermasse und darunter von einer membranartigen, fibrinös organisirten Schicht, welche an der Schnittfläche und an der Oberfläche der Thalami optici, manchmal auch an der Oberfläche der Corpora quadrigemina festhaftet; an ebendiesen Flächen ist die Hirnsubstanz grauröthlich und weicher als normal, sonst erscheint sie nur etwas ödematös. Bei den Thieren von mittlerer Lebensdauer findet man die eiterige und membranöse Deckschicht weniger ausgebildet, die Thalami und manchmal auch die Corpora quadrigemina entweder in ihrer ganzen Masse rosenroth und stark ödematös oder weniger gleichmässig roth, aber dafür mit äusserst zahlreichen feinen Capillarapoplexien versehen; nicht selten kommen auch hier oder da im Innern circum-

scripte Herde rother Erweichung vor. Endlich bei den Thieren, deren Tod schon früh, bis etwa 18 Stunden nach der Operation eingetreten, sind die Thalami und manchmal auch die Corpora quadrigemina — natürlich hier, wie überall, öfters die Gebilde der einen Seite mehr als die der anderen — von hämorrhagischen Herden in Form grober Punkte durchsetzt. Dass alle diese Veränderungen nicht durch den mechanischen Eingriff herbeigeführt sind, sondern erst mit der Zeit nach der Operation sich ausbilden, davon überzeugt man sich nebenher leicht an den durch Blutungen misslungenen Versuchen, welche reichlich dazu Gelegenheit geben. Das Laufen der Thiere und die Entzündung der stehengebliebenen Hirntheile bieten demgemäss in Zeit und Grösse den zu verlangenden Parallelismus dar; und wenn auch einzelne Laufbewegungen durch reflectorische Erregungen oder durch Zerrungen des Hirnstieles bedingt sein mögen, jedenfalls ist die grosse Masse der Laufbewegungen, sind die für das Laufstadium charakteristischen Bewegungen nichts anderes als Zwangsbewegungen infolge der entzündlichen Vorgänge, welche in den Thalami optici und den Corpora quadrigemina statthaben.*

Der Täuschung, welcher Hr. Christiani verfallen ist, liegt übrigens noch ein Irrthum zugrunde, den offenbar alle begingen, welche das Laufen der enthirnten Säugethiere bemerkten, wenn auch Renzi allein ihn zum Ausdrucke brachte**: der Irrthum, dass solches Laufen nach der Enthirnung den Säugethieren eigenthümlich sei und bei den übrigen Wirbelthieren nicht vorkomme. Ich habe im Laufe der Jahre unter den vielen Fröschen, welchen ich das Grosshirn ohne Nebenverletzungen exstirpirt hatte, mehrfach solche gesehen, welche noch an demselben oder an dem folgenden Tage wiederholt zeiger- oder reitbahnartige Bewegungen machten, ohne dass ich sie reizte, und deren Verhalten später erwies, dass hinter dem Grosshirn gelegene Hirntheile zugrundegegangen waren. Die Bewegungen dieser Frösche bin ich geneigt, auch hinsichts der ursächlichen Momente, den Bewegungen der Säugethiere gleichzustellen; es zu beweisen, sind meine bloss gelegentlichen Beobachtungen allerdings unzureichend. Besseres kann ich für die Vögel beibringen. Gerade in Rücksicht auf die vorliegende Frage habe ich schon oben (S. 197—8) enthirnte Tauben

---

* Die dem Laufstadium voraufgehenden activen Exspirationen (s. o. S. 222) sind, wie es scheint, mit einer Erfahrung von Schiff in Verbindung zu bringen. Nach Schiff (a. a. O. S. 349) „liegt vor dem Sehhügel, zwischen ihm und dem gestreiften Körper, eine Stelle, deren Reizung bei Kaninchen eine kurz angehaltene starke Exspirationsbewegung mit eigenthümlicher Erzitterung im Larynx bewirkt . . . Schon Magendie hatte bei Kaninchen nach gewissen Verletzungen, die, wie er glaubt, den Sehhügel trafen, diesen Ton gehört . . .“ So würden die activen Exspirationen als das erste Anzeichen der Vorgänge an den stehengebliebenen Hirntheilen zu verstehen sein.

** L. c. p. 135.

beschrieben, welche nach einem Ruhestadium ein ebenso charakteristisches Laufstadium zeigten, wie unsere Säugethiere. Bei anderen Tauben habe ich erst mehrere Stunden nach der Operation oder gar erst am folgenden Tage, nachdem sie bis dahin in der normalen Ruhe verblieben waren, das Laufen (oder Fliegen) beginnen und mit der Zeit sich verstärken sehen: sie flatterten mehrmals gegen die Decke des Käfigs oder kletterten an den Gitterstäben empor, darauf folgte eine kürzere oder längere Pause, dann kehrten die Bewegungen wieder, von neuem trat eine Pause ein, und so wiederholte es sich vielfach. Die Section dieser Tauben, welche in den nächsten Tagen starben, ergab in einzelnen Fällen ausschliesslich eine Erweichung der Pedunculi und Thalami optici, in der Regel aber auch eine Blutung, welche die Befunde trübte. Eben weil die Blutungen so häufig sich einmischten, habe ich hier von den reinen Erscheinungen des Laufstadiums ein so klares Bild, wie bei den Säugethieren, nicht zu gewinnen vermocht. Immerhin kann darüber kein Zweifel sein, dass das Laufen oft auch bei den Tauben das Primäre, die Blutung erst das Secundäre gewesen ist, und dass in anderen Fällen die nur geringe Blutung keineswegs für sich allein das langandauernde Laufen veranlasst hat. Vögel und Säugethiere unterscheiden sich mithin in der fraglichen Hinsicht bloss dadurch von einander, dass bei den Vögeln das Laufen nicht eine so regelmässige Erscheinung nach der Enthirnung ist, wie bei den Säugethieren. Was daraus nach unseren obigen Ermittelungen folgt, dass bei den Vögeln die Entfernung des Grosshirns öfters nicht so deletär auf die niedereren Hirntheile wirkt, wie immer, selbst in den glücklichsten Fällen, bei den Säugethieren, das ist ja auch schon einfach daraus geschlossen worden, dass Vögel von der Enthirnung ohne weitere Schädigungen genesen können, Säugethiere aber infolge derselben Verstümmelung stets zugrundegehen. Offenbar hat man nur bei den Vögeln, indem man bestrebt war, in Thieren, welche die Exstirpation lange überlebten, das beste Material für das Studium der Functionen des Grosshirns zu gewinnen, die weniger glücklichen Versuche verworfen oder zu wenig beachtet und darum übersehen, dass bei gleich frühem Tode nach der Enthirnung die Vögel ebensowohl laufen wie die Säugethiere.

Der Ausfall der Grosshirnfunctionen tritt nach alledem bei den Säugethieren bloss rein hervor in deren Ruhestadium nach der Enthirnung, nur dann können dieselben in Vergleich kommen mit den Vögeln, welche wochen- und monatelang die Enthirnung überlebt haben, und dann stimmen sie auch, wie die obigen Schilderungen* zeigen, in Haltung und Verhalten mit den letzteren überein. Die willkürliche Bewegung fehlt ihnen durchaus; und wie sie unbewegt in der Ruhestellung verharren, stellen sie sich in einem soporösen, schlafähnlichen Zustande dar,

* Vergl. o. S. 199 und S. 222.

— von einem wirklichen Schlafen kann natürlich nicht die Rede sein, wo die Möglichkeit des Träumens wie des Wachens fehlt. Nur hin und wieder einmal tritt eine unwillkürliche Bewegung infolge peripherischer Reizung ein. Hat sich eine Fliege auf das Ohr gesetzt, wird das Ohr gedreht; läuft eine Fliege über die Nase, wird der Kopf hin und her geschüttelt; fliesst ein Blutstropfen von der Hautwunde aus über das Nasenloch, wird der Kopf hastig gebeugt, und es erfolgt eine starke active Exspiration mit lautem Niesegeräusche; ist ein Bein weit nach aussen abgeglitten, wird es angezogen; hat sich der Rumpf über einem nach innen verschobenen Beine zu sehr seitwärts geneigt, wird er wieder in die richtige Lage gebracht; u. dgl. m. Derart in jedem einzelnen Falle, für jedes Kratzen, Wischen, Putzen u. s. w. den Reiz an der Peripherie nachgewiesen sehen zu wollen, würde begreiflich ein unbilliges Verlangen sein und um so mehr, als schon der Fortgang der vegetativen Vorgänge für sich allein mancherlei Reizungen zu setzen vermag. So führt z. B. ganz regelmässig die Defäcation Bewegungen herbei, und zwar Dreh- oder Progressivbewegungen. Ich habe einmal ein Kaninchen in den ersten 8 Stunden nach der Operation zu drei Zeiten, jedesmal bei der Defäcation, wenige Schritte geradeaus oder im Bogen gehen sehen, im übrigen aber regungslos verharren; und die Beobachtungen des anderen Tages haben es sogar wahrscheinlich gemacht, dass das Thier in den ersten 23 Stunden nichts weiter als sechs solche Progressivbewegungen ausführte. Genug offenbar, dass im Ruhestadium immer nur höchst selten und dazu noch in der Zeit ganz unregelmässig vereinzelte Bewegungen auftreten, dass diese Bewegungen alle den Charakter der Reflexbewegungen zeigen, und dass in vielen Fällen auch die peripherischen Reizungen nachweisbar sind, welche die Bewegungen veranlassen: man wird solche Reflexbewegungen bei einem Thiere, welchem bloss das Grosshirn fehlt, nur natürlich finden, und man wird sie auch streng unterscheiden von den Zwangsbewegungen, welche dem Laufstadium eigenthümlich sind und auf dem unmittelbaren Angriffe der stehengebliebenen Hirntheile beruhen.

Die Übereinstimmung zwischen den niederen Säugethieren und den Vögeln hinsichts der Folgen der Grosshirnexstirpation beschränkt sich indess nicht auf das Verhalten der Thiere, das wir soweit betrachteten, sie erstreckt sich auch — und damit kommen wir zu unserer eigentlichen Aufgabe — auf das Sehen. Die enthirnten Kaninchen, Meerschweinchen, Ratten zeigen wohl den Pupillarreflex, ausser dass er im Erschöpfungsstadium schwächer und träger sich vollzieht, nicht merklich anders als in der Norm; sonst aber werden sie durch Licht in keiner Form und keiner Weise mehr beeinflusst. Nichts sichtbares vor ihren Augen in Ruhe oder Bewegung, selbst nicht der Wechsel der tiefsten Finsterniss mit dem grellsten Lichte, des grellsten Lichtes mit der tiefsten Finsterniss führt zu irgendeiner Zeit nach der Operation die mindeste andere

Reaction herbei, als dass die Pupillen sich verengen oder erweitern. Und wenn die Thiere sich bewegen, so stossen sie an alle Hindernisse auf ihrem Wege an, gehen geradezu in die Objecte hinein, streben an der glatten Zimmerwand in die Höhe, fallen vom Tische, u. dgl. m. Auch bei den niederen Säugethieren ist also mit dem Verluste des Grosshirns die völlige Einbusse des Gesichtssinnes verbunden.

Und das stellt sich im grunde auch als das Ergebniss heraus, welches alle die früheren Untersuchungen bis auf die neueste Zeit ganz gleichmässig geliefert haben. Denn andere Beobachtungen, als ich eben anführte, hatte man nicht gemacht; höchstens sollte noch nach einzelnen Erfahrungen* auf grelles Licht das Auge sich schliessen, — was in der Wirklichkeit nicht zutrifft, und was vielleicht die unvollkommene Exstirpation bei den bezüglichen Versuchen, vielleicht die unzureichende Vorsicht bei den Prüfungen** vorgetäuscht hat. Man hatte nur, seitdem die enthirnten Vögel für sehend galten, den Pupillarreflex und das Blinzeln bei den enthirnten Säugethieren als Beweise für deren Sehen genommen: Beweise, welche, weil eine Sonderstellung der Säugethiere allen anderen Wirbelthieren gegenüber äusserst unwahrscheinlich dünkte, so willkommen waren, dass man den offenbaren Widerspruch, welchen das ganze sonstige Verhalten der Thiere darbot, leichthin übersah. Aber jetzt, wo wir wissen, dass der Pupillarreflex nicht auf ein Sehen schliessen lässt, und dass es ebenso um das Blinzeln stehen würde, selbst wenn es damit seine Richtigkeit hätte — ich komme später noch darauf zurück —, lassen die früheren Beobachtungen ohne jede Ausnahme nur den einen Schluss zu, dass die grosshirnlosen Säugethiere blind sind. Demgemäss würde alles in schönster Übereinstimmung sein, hätte nicht die neueste Zeit noch zu Abweichungen geführt. Da war es Hrn. Christiani*** vorbehalten, ganz andere Erfahrungen zu machen: ihm „zeigte sich beim Umhergehen der enthirnten Kaninchen in den bestgelungenen Fällen durchaus nichts Abnormes: die Thiere wichen Hindernissen (z. B. Tischfüssen) aus, ohne dieselben zu berühren; sie erkletterten und ersprangen Anhöhen u. s. w.“ Und der Strassburger Berichterstatter über Hrn. Christiani's Veröffentlichung hat hinzugefügt†, dass „die Christiani-schen Angaben sehr bald eine umfassende Bestätigung erfahren“ würden, indem „eine noch bedeutend grössere Versuchsreihe am Kaninchengehirn

---

* Magendie, Leçons sur les fonctions et les maladies du système nerveux. Paris 1841. T. II. p. 334—5. — Longet, Anatomie und Physiologie des Nervensystems (1842). Übersetzt von Hein. Leipzig 1847. Bd. I. S. 525. — Schiff, a. a. O. S. 332.

** Schon das S. 222 besprochene Blinzeln kann die Täuschungen veranlasst haben, zumal wenn nur in einzelnen Fällen geprüft worden ist.

*** S. o. S. 227 Anm.

† Deutsche med. Wochenschr. 1881. No. 21. S. 302.

der Hauptsache nach mit ganz denselben Resultaten ausgeführt wurde"; die angekündigte Mittheilung ist in den drei seitdem verflossenen Jahren nicht erschienen[139].

Doch wiederum hat Hr. Christiani sich getäuscht und diesmal unter Umständen, wo schon eine einfache Überlegung die Täuschung hätte verhüten sollen. Was so zahlreiche Forscher immer wieder angegeben hatten, was man sogar dort, wo man entschieden das Sehen der enthirnten Kaninchen vertrat, ausdrücklich hervorgehoben hatte, dass die Thiere in die Hindernisse stiessen*, das waren nackte Beobachtungen, bei welchen ein Irrthum unmöglich war. Dagegen war, was Hr. Christiani wollte, dass seine Thiere Hindernissen auswichen, ein Schluss, der falsch sein konnte; und er musste falsch sein, wenn nicht eine Abweichung in der Verstümmelung der Thiere zu einem abweichenden Verhalten derselben Anlass bot. Aber nach den Schilderungen waren ebensowohl wie Hrn. Christiani, auch früheren Forschern und insbesondere zweifellos Hrn. Schiff Versuche mit totaler Exstirpation des Grosshirns gelungen. Zudem liessen sich mit Verletzungen der hinter dem Grosshirn gelegenen Hirntheile die früheren Versuche nicht verdächtigen, weil in solchen Fällen, wie man lange weiss und wie Hr. Christiani selber es durch Versuche erfuhr, die Thiere nicht hätten sich ruhig in der hockenden Stellung halten und in normaler Weise laufen können. Bloss daran war zu denken, dass einzelne Vorgänger die Exstirpationen unvollkommen ausgeführt hätten; aber dann hätten ihre Thiere erst recht nicht in die Hindernisse stossen dürfen, wenn nach der Fortnahme des ganzen Grosshirns dergleichen nicht geschehen sollte. Das hätte Hr. Christiani erwägen müssen, und er wäre damit zur Erkenntniss gelangt, dass, wo seine Versuchsthiere nicht in Hindernisse stiessen, einfach ihr Weg sie nicht auf solche führte.

Wer die enthirnten Thiere beobachtet, wer sie oft und immer wieder die Objecte, welche auf ihrem Wege liegen, streifen und in dieselben hineingehen sieht, wird denn auch Hrn. Christiani's Angabe ganz unbegreiflich finden; und rathlos wird er vor der Frage stehen, wie es möglich war, dass die Angabe entstand. Ich will die Antwort geben, zu welcher das ausgedehnte Studium der Thiere mich befähigt hat. Hrn. Christiani's „bestgelungene Fälle", in welchen die Thiere „Hindernissen (z. B. Tischfüssen) auswichen", sind Versuche gewesen, wie ich

* Desmoulins (et Magendie), Anatomie des systèmes nerveux. Paris 1825. T. II. p. 628. — H. Hertwig, Experimenta quaedam de effectibus laesionum in partibus encephali singularibus etc. Diss. inaug. Berolin. 1826. p. 9. — Schöps, Meckel's Arch. 1827. S. 373. — Bouillaud, Journ. de Physiologie expér. T. 10. 1830. p. 43. — Magendie, l. c. T. I. p. 200, 280—1; T. II. p. 334. — Schiff, a. a. O. S. 334, 340. — Ferrier, The functions of the brain. London 1876. p. 39. (Übersetzt von Obersteiner. Braunschweig 1879. S. 44.)

sie oben als ganz gelungene bezeichnet habe, mit einer mittleren oder noch grösseren Lebensdauer der Thiere; und Hrn. Christiani's Beobachtungszeit — er hebt hervor, dass er werthvolle Versuchsthiere „halbe Tage lang“ beobachtete — hat höchstens das Ruhestadium und einen ersten Theil des Laufstadiums gedeckt, so dass er bloss mässige Progressivbewegungen dieser Thiere zu sehen bekam. Bei solchen mässigen Bewegungen kommt es hin und wieder vor, dass die Thiere, wenn sie in die Mitte des Zimmers gesetzt waren, nicht an die Wand und die dort befindlichen Schränke u. s. w. gerathen, sondern, natürlich in Absätzen, mehr oder weniger regelmässige Kreise inmitten des Zimmers beschreiben, immer wieder in ungefähr derselben Weise, und dabei, wenn nur spärliche Objecte in der Nähe sich befinden, zumal von so geringer Breite wie Tischfüsse, wiederholt an den Objecten vorüberkommen, ohne dass sie ihr Weg in Berührung mit den Objecten bringt. So habe ich Kaninchen die Füsse eines inmitten des Zimmers befindlichen Tisches, die einen Male alle vier Füsse, die anderen Male nur zwei Füsse, manchmal sogar zuerst die einen und dann andere zwei Füsse, wiederholt umkreisen sehen, ohne anzustossen; so habe ich ein Kaninchen zu Anfang des Laufstadiums zwei Stunden lang rings um eine ansehnliche Kiste herumlaufen sehen, in $^1/_2$—$1^1/_2$ Fuss Entfernung von ihr, ohne je die Kiste zu berühren; und dgl. mehr. Derartige Beobachtungen waren es, welche Hrn. Christiani zu der Meinung verleiteten, dass die Thiere Hindernissen auswichen; und er ist bei dem Irrthume verblieben, obwohl das Auskunftsmittel so nahe lag: er brauchte nur in die hier genügend vorgegebene Bahn der Thiere einigermassen breite Objecte zu stellen oder die Thiere in die Nähe der Wand zu versetzen, und er hätte gesehen, wie die Hindernisse nicht vermieden wurden. Um seine Meinung festhalten zu können, hat aber Hr. Christiani weiter alle die Versuchsthiere, welche er an Hindernisse stossen sah, kurzweg ausser Berücksichtigung gestellt, indem er sie ganz und gar willkürlich nicht zu den „bestgelungenen Fällen“ zählte; und er hat dabei noch übersehen, dass, wenn die Enthirnung nicht Blindheit mit sich brachte, die Kaninchen nicht bloss bei den vermeintlichen „spontanen“ Bewegungen, sondern auch, wie der grosshirnlose Frosch, bei unwillkürlichen Bewegungen und insbesondere wenn er sie reizte, die Hindernisse hätten vermeiden müssen. Endlich, um das Mass voll zu machen, hat Hr. Christiani das Anstossen der Thiere an Hindernisse sogar da vernachlässigt, wo es ihm nach seiner eigenen Angabe bei den „bestgelungenen Fällen“ ganz deutlich zur Beobachtung gekommen sein muss, dort nämlich, wo die Thiere „Anhöhen erkletterten“.

Denn mit dem „Erklettern und Erspringen von Anhöhen“ seitens der enthirnten Kaninchen hat es folgende Bewandtniss. Wie wir sahen, werden durch gewisse Blutungen Zwangsbewegungen in Form gewaltiger

Sätze nach oben und vorn herbeigeführt; und dann gelangen die Thiere günstigenfalls mit ihren Sprüngen vom Fussboden auf höhere Objecte, aus der Kiste oder dem Käfig über die hohe Wand hinweg. Sonst kommt es zum „Erklettern und Erspringen“ nie anders, als nachdem die Thiere bei ihren Laufbewegungen an Hindernisse gestossen sind, welche sie nicht ohne weiteres im Laufe stolpernd überwinden können, und auch dann nur unter besonderen Umständen. Im Ruhestadium und im Anfange des Laufstadiums bringt das Anstossen jedesmal das Thier zur Ruhe; die Bewegung erlischt unmittelbar, so dass alle Körpertheile in der Stellung verbleiben, welche sie beim Anstossen innehatten, und erst nach einer Pause sammelt sich das Thier, indem es den Kopf zurück- und die Hinterbeine vorzieht, kurz wieder die hockende Stellung annimmt. Später im Laufstadium dagegen kommt das Thier nur zur Ruhe, wenn das Anstossen zu einer Zeit erfolgt, zu welcher die Laufbewegung bereits ihrem natürlichen Ende nahe ist, oder wenn der Stoss so heftig ist, dass das Thier weit zurückprallt; anderenfalls setzt sich die Bewegung in der einen oder der anderen Weise fort. Entweder ist nun das Thier, wie es am häufigsten vorkommt, durch das Hinderniss zur Seite abgelenkt, und die Laufbewegung geht in der neuen Richtung zu Ende; oder das Thier, das nicht ferner laufen kann, erhebt sich auf den Hinterfüssen und strebt strampelnd mit den Vorderfüssen in die Höhe, zuerst nur wenig, dann immer mehr, bis die Zeit der Zwangsbewegung abgelaufen ist. Um den Höhepunkt des Laufens herum, wenn der Bewegungsantrieb sehr mächtig ist, und zumal wenn das Anstossen sogleich nach dem Beginne einer Laufbewegung erfolgt, geschieht es dann zuweilen, dass das Thier unter dem andauernden Strampeln endlich mit den Vorderfüssen das obere Ende des Hindernisses erreicht und mit den nächsten Beugungen der Vorder- und Streckungen der Hinterbeine sich auf das Hinderniss hinauf- oder über dasselbe hinwegschwingt. So habe ich Kaninchen auf Kästen und Ofen-Unterbauten gerathen, in Töpfe und Kisten, welche auf dem Fussboden standen, hinein- und auch aus ihnen herausgelangen sehen u. dgl. m. Aber dafür muss eben das zu überwindende Hinderniss nicht zu hoch sein und das Thier, indem es sich auf den Hinterbeinen mehr und mehr erhebt, mit den Vorderfüssen das obere Ende des Hindernisses erreichen. Wo dies nicht geschieht oder überhaupt nicht möglich ist, wiederholen sich nur, durch Ruhepausen getrennt, wie sonst die Laufbewegungen, so hier die Kletter- und Strampelbewegungen, bis endlich einmal das Thier eine Ablenkung zur Seite erfährt und fortan wieder Laufbewegungen folgen.

Bei diesen Ausführungen, welche die Angaben und die Beobachtungsweise kennzeichnen, deren man sich auf unserem Gebiete zu erwehren hat, braucht es aber nicht einmal zu bleiben. Denn um über das Sehen der Thiere zu entscheiden, bietet sich noch ein ganz einfaches Hülfs-

mittel darin dar, dass man neben unseren bisherigen Versuchsthieren solche prüft, welchen man nach der Enthirnung noch die Augen eröffnet und den Augeninhalt entleert hat. Vom Pupillarreflexe abgesehen, zeigen beiderlei Thiere nicht den mindesten Unterschied in ihrem Verhalten und gilt, was ich für die einen beschrieb, genau ebenso für die anderen.

Die niederen Säugethiere, unter ihnen trotz Hrn. Christiani das Kaninchen, sind also nach dem Verluste des Grosshirns vollkommen blind, und dabei wird es bleiben, auch wenn die angekündigte Strassburger Mittheilung noch erscheinen sollte[139]. In Hinsicht auf unsere Bestrebungen will aber das Ergebniss noch näher gewürdigt sein. Bei den Vögeln, da sie von der Enthirnung genasen und für ihre weitere lange Lebensdauer blind blieben, erwiesen unmittelbar die Versuche, dass alle centralen Vorgänge des Gesichtssinnes an das Grosshirn gebunden sind. Einen solchen Erfolg hat bei den Säugethieren deren Kurzlebigkeit nach der Enthirnung von vorneherein ausgeschlossen: hier ist unmittelbar durch die Versuche der Nachweis einer andauernden Blindheit nicht erbracht. Indess ist nicht daran zu denken, dass unsere enthirnten Säugethiere, hätten sie länger gelebt, nach mehr Tagen oder nach Wochen doch noch Reste des Gesichtssinnes würden haben erkennen lassen. Man müsste dafür die Annahme machen, dass durch den operativen Eingriff überall und immer in gleicher Weise die stehengebliebenen Hirntheile intensiv geschädigt worden wären, und solche Annahme wird durch das Verhalten der Thiere, wie durch die Sectionsbefunde durchaus widerlegt. Aber auch schon mit unseren unmittelbaren Versuchsergebnissen dürfen wir uns zufrieden geben. Denn soviel auch die Leistungen des Grosshirns in der Wirbelthierreihe variiren mögen, das war von Anfang an nicht zu glauben, dass die gröbsten und niedersten Leistungen des Grosshirns beim niederen Säugethiere andere sein sollten, als beim höheren Säugethiere, vollends als bei diesem und beim Vogel; und nur die so bestimmt auftretenden Angaben, dass an den niederen Säugethieren nach der Enthirnung ein Rest des Gesichtssinnes erhalten sei, haben zu der im grunde überflüssigen Untersuchung genöthigt. Jetzt, da diese Angaben als falsch erwiesen sind, da die niederen Säugethiere nach der Enthirnung, so lange sie nur leben, sich als vollkommen blind herausgestellt haben, tritt das einzig Natürliche in sein volles Recht: dass, wie bei den höheren Säugethieren und den Vögeln, so auch bei den niederen Säugethieren alle centralen Vorgänge des Gesichtssinnes an das Grosshirn geknüpft sind.

Hrn. Moeli's* Versuche mit partieller Zerstörung der Grosshirnrinde, Hrn. v. Monakow's** Erfahrungen über die secundären Degenerationen

* Virchow's Arch. Bd. 76. 1879. S. 481—3. — (Vergl. auch Renzi's unvollkommene Exstirpationen beim Meerschweinchen; s. o. S. 220 Anm.)

** Arch. f. Psychiatrie, Bd. 12. 1882. S. 150—3, 535ff.; Bd. 14. 1883. S. 699ff.

nach partiellen Grosshirn-Exstirpationen und Hrn. v. Gudden's* Ermittelungen über die partielle Sehnervenkreuzung lassen darüber hinaus noch erkennen, dass beim Kaninchen auch die Lage der Sehsphären und ihre Verbindung mit beiden Retinae derart, wie beim Hunde, wiederkehren. Entsprechende Beobachtungen habe ich beiläufig nach totalen und partiellen Exstirpationen einer Hemisphäre gemacht; doch ist es nicht lohnend erschienen, die Untersuchungen in der Richtung auszudehnen.[140]

Anmerkungen.

[137] In der zweiten Auflage von Ferrier's Functions of the brain, London 1886, heisst es an der entsprechenden Stelle (p. 114): „Bleibt das Thier sich selbst überlassen, durch keinerlei äussere Reize gestört, so verharrt es unbeweglich an derselben Stelle und *würde,* wenn nicht künstlich gefüttert, gerade so wie Fisch, Frosch und Vogel, inmitten des Überflusses an Hunger zugrundegehen, selbst wenn (even if) nicht die Schwere der Operation, *wie es gewöhnlich geschieht, rasch zum Tode führte.*"

[138] S. auch Th. Ziehen, Arch. f. Psychiatrie, Bd. 21. 1890. S. 875ff. — Es wird überhaupt ein besonderes Interesse bieten, mit meiner obigen Schilderung des dritten (Lauf-) Stadiums der Kaninchen und meiner Ermittelung der dieses Stadium bedingenden Momente die Darlegung zu vergleichen, welche Ziehen von den Folgen der Reizung des Thalamus opticus und der Corpora quadrigemina bei Kaninchen giebt. Zieht man nur in Betracht, dass es sich bei Ziehen um einzelne experimentelle Reizungen an den verschiedenen Stellen der genannten Hirntheile, bei mir um eine mit der Entzündung fortschreitende Reizung derselben Hirntheile handelt, so wird man die Ergebnisse so vollkommen übereinstimmend finden, dass jede der beiden Untersuchungen die Richtigkeit der anderen verbürgt.

[139] Die angekündigte Strassburger Mittheilung ist auch bis jetzt (1890) nicht erschienen.

[140] Meine vorliegende Mittheilung hat Christiani zu wiederholten Angriffen Anlass gegeben, und ich habe, soweit die Angriffe an Stellen erfolgten, wo ich sie füglich hören musste, an der Antwort meinerseits es nicht fehlen lassen. Wer die Untersuchung am Kaninchen wiederholen will, wird in meinen bezüglichen Veröffentlichungen noch manchen weiteren Aufschluss finden; doch darf ich den Abdruck derselben hier unterlassen, weil sie der Natur der Sache nach an Thatsächlichem nichts neues bieten.

Christiani, Sitzungsber. d. Berliner Akad. d. Wiss. 1884. S. 635—40. — H. Munk, ebenda, S. 655—60.

Christiani, du Bois-Reymond's Arch. 1884. S. 465—70. — H. Munk, ebenda, S. 470—80.

Christiani, Zur Physiologie des Gehirnes. Berlin 1885.

Christiani, du Bois-Reymond's Arch. 1886. S. 559—60. — H. Munk, ebenda, S. 561—2.

Die Artikel des Archives sind alle aus den Verhandlungen der Physiologischen Gesellschaft zu Berlin abgedruckt. Hinzukommt schliesslich noch ein „Zusatz" zu meiner letztangeführten „Bemerkung" (Arch. 1886, S. 561), den ich hierhersetze, weil er aus den Verhandlungen der Physiolog. Ges. (1885/86, No. 15 u. 16;

* v. Gräfe's Arch. f. Ophthalmol. Bd. 25. Abth. I. 1879. S. 13—7.

ausgegeben am 9. Juli 1886) nicht in das Archiv übergegangen ist; dieser „Zusatz“ lautet:

„Ich habe meine „„Bemerkung““ zu derjenigen Mittheilung gemacht, welche Hr. Christiani in der Sitzung vom 14. Mai verlesen und zum Druck eingereicht hatte. Nachträglich, nach Kenntnissnahme meiner „„Bemerkung““, hat Hr. Christiani seine Mittheilung dahin verändert, dass er im 3. Alinea

„„Wie gut ich übrigens daran that, meine Hypothese über das Sehver-
„„mögen auch enthirnter Kaninchen nicht ungeduldig dem Zufalle
„„einer ad hoc vorbereiteten Demonstration, sondern der fort-
„„schreitenden experimentellen Wissenschaft zur ruhigen, objectiven Be-
„„urtheilung anheimzustellen, das geht schon aus der neuesten Arbeit des
„„Hrn. Prof. von Gudden in München hervor . . .““

die gesperrt gedruckten Worte hinzugefügt hat. Das volle Verständniss meiner „„Bemerkung““ zu sichern, muss ich auf die nachträgliche Einschaltung aufmerksam machen; die naheliegenden Schlüsse aus derselben brauche ich nicht auszuführen.“

Vierzehnte Mittheilung.

(Vorgetragen in den Sitzungen der phys.-math. Classe der Königl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin am 28. Januar u. 11. Februar 1886.)*

6. Über die Totalexstirpation der Sehsphären des Hundes.

Ich dachte hier meine Mittheilungen über die centralen Organe für das Sehen zum Abschlusse bringen zu können; aber wie die Dinge mittlerweile sich gestaltet haben, muss ich auf meine Erfahrungen am Hunde, welche den Ausgangspunkt dieser Untersuchungen bildeten, noch einmal zurückkommen.

Hr. Goltz, der vor neun Jahren von einer Verschiedenwerthigkeit der verschiedenen Abschnitte der Grosshirnrinde sich nicht hatte überzeugen können** und damit mir zur Untersuchung dieser Rinde den nächsten Anlass gegeben hatte***, war seit den ersten Veröffentlichungen meiner Ergebnisse denselben entgegengetreten und hatte 1881 kurz und bündig als das Facit seiner Versuche hingestellt, dass er nicht ein Körnlein Wahrheit in meiner Lehre von der Grosshirnrinde hätte auffinden können†. Trotzdem habe ich ohne Berücksichtigung dieser Angriffe in die vorliegende Reihe meiner Mittheilungen eintreten dürfen. Denn der ungeheuerliche Umfang des Widerspruches musste zur Vergleichung der beiderseitigen Veröffentlichungen einladen, und dann konnte es nicht fehlen, dass die von Hrn. Goltz begangenen Fehler auf den ersten Blick in die Augen sprangen. Ich durfte zudem darauf vertrauen, dass Hrn. Goltz seine eigenen weiteren Arbeiten, da sie nicht wohl noch mehr fehlgehen konnten, zu einer immer grösseren Annäherung an meine Angaben führen würden. Jetzt hat sich in einer Veröffentlichung vom Jahre 1884 die Annäherung in der That so weit voll-

---

* Sitzungsberichte der Berliner Akademie d. Wiss. 1886. S. 111—36, 179 bis 187 (ausgegeben am 11. u. 18. Februar 1886). — Vgl. o. S. 179 Anm. *.

** S. o. Anm. 1.

*** S. o. S. 9.

† Pflüger's Arch. Bd. 26. 1881. S. 48.

zogen, dass Hr. Goltz* sogleich von freien Stücken es bekämpfen zu müssen geglaubt hat, dass man ihn in den Thatsachen „beinah“ mit mir übereinstimmend finde, seine Beobachtungen an Hunden ohne Hinterhauptslappen für eine Bestätigung meiner Angaben ausgebe. Jetzt hat Hr. Goltz erkannt, dass

1. „ein Hund, welcher die Hinterhauptslappen verloren hat, sich in höchst wesentlichen Punkten von einem solchen dauernd unterscheidet, der einen grossen Theil des Vorderhirns eingebüsst hat“**;
2. „das Hinterhirn innigere Beziehungen zu den höheren Sinnen hat als das Vorderhirn“***;
3. „Hemianopsie nach Verstümmelung eines Hinterhauptslappens zu Stande kommt“ †;
4. „ein Hund ohne Hintergrosshirn nicht mehr versteht, was er sieht“ †† und „den äussersten Grad von Hirnsehschwäche zeigt“†††.

Aber gerade infolge dieser Annäherung sehe ich mich jetzt genöthigt, dem übriggebliebenen Widerspruche Rechnung zu tragen.

Die thatsächliche Erkenntniss, zu welcher Hr. Goltz nunmehr gelangt ist, entspricht ungefähr dem Standpunkte, den ich bei meinen ersten Veröffentlichungen einnahm, als ich gemäss der hergebrachten Lehre vom Grosshirn die Gesichtsvorstellungen für die niedersten Leistungen der Sehsphären ansah. Ich habe aber später gezeigt, dass auch die Lichtempfindungen und Gesichtswahrnehmungen an die Sehsphären gebunden sind: und das sind für Hrn. Goltz nach wie vor „abenteuerliche Lehren“ geblieben, weil er den Hund ohne Hinterhauptslappen nur fast blind, nicht stockblind gefunden hat und einen „riesigen Netzhautdefect“ nicht an ihm entdecken konnte*†. Der Widerspruch, der fortbesteht, ist also noch immer recht bedeutsam, und es ist gerade ein sehr misslicher Widerspruch, weil er auf einen einzelnen Versuch zugespitzt erscheint, für welchen Hr. Goltz den von mir angegebenen Erfolg thatsächlich bestreitet. Dass Hr. Goltz auch noch zur Aufgabe dieses Widerspruches komme, habe ich nach allem, was seine Arbeiten an Methodik und Genauigkeit zeigen, keinesfalls zu erwarten. Andererseits kann ich mir aber auch nicht verhehlen, dass hier die Entscheidung zwischen mir und Goltz erheblich gegen früher erschwert ist, indem sie nur durch ein eingehenderes Studium unserer

---

* Pflüger's Arch. Bd. 34. 1884. S. 494.
** Ebenda, S. 503.
*** Ebenda, S. 480.
† Ebenda, S. 488.
†† Ebenda, S. 492.
††† Ebenda, S. 496.
*† Ebenda, S. 494—5.

Veröffentlichungen sich gewinnen lässt. Darum glaube ich, soll nicht der Ausgangspunkt der vorliegenden Untersuchungen gefährdet erscheinen, nicht länger es bei meinen früheren Mittheilungen bewenden lassen zu dürfen, sondern die Aufklärung bringen zu sollen, die hier zu wünschen ist.

I.

Der Versuch, um welchen es sich handelt, ist der erste, den ich 1880 der Akademie mitzutheilen die Ehre hatte*, der Versuch mit totaler Exstirpation der beiden Sehsphären. Ich hatte die Rindenpartie, welche ich in besonderen, engsten Beziehungen zum Gesichtssinne gefunden hatte, den der Gesichtswahrnehmung dienenden Rindenabschnitt der Grosshirnhemisphäre die Sehsphäre genannt und die Folgen des Verlustes kleinerer und grösserer Theile der beiden Sehsphären, wie auch einer ganzen Sehsphäre durch Jahre weitläufig studirt. Endlich war mir gelungen, was ich lange erstrebt hatte, beide Sehsphären vollkommen zu exstirpiren und die Hunde durch Monate nach der Heilung am Leben zu erhalten: die Thiere waren und blieben vollkommen blind. Ich beschrieb das Versuchsverfahren und die Schwierigkeiten der Versuche; ich zeigte noch besonders durch die Schraffirung in den beigegebenen Abbildungen (Fig. 1—4 der Tafel) die Ausdehnung an, in welcher die Rinde nicht bloss an der oberen Seite, der Convexität, sondern auch an der medialen und an der hinteren Seite jeder Hemisphäre zu entfernen war; ich stellte die Beobachtungen zusammen, aus welchen die volle Blindheit der Thiere sich ergab; ich führte als sehr schöne Sicherung des Ergebnisses auf, wie bei nicht ganz vollkommener Exstirpation die Thiere ein ganz anderes Verhalten zeigten, wie mit der Erhaltung eines kleinen Restes einer einzelnen Sehsphäre soviel vom Gesichtssinne übrigblieb, dass der Hund Hindernisse vermied, die Treppe ging u. s. w.

Dagegen ist Hr. Goltz im folgenden Jahre — in einer Abhandlung in Pflüger's Archiv und in einem Vortrage auf dem internationalen ärztlichen Congresse zu London — mit den Behauptungen aufgetreten, dass „die gesammte Sehsphäre Munk's fortgenommen werden kann, ohne dass das Thier blind wird“**, dass die Hunde „auch Gesichtswahrnehmungen haben können ohne die sogenannte Sehsphäre Munk's“***. Klarer und bestimmter konnte der Widerspruch nicht lauten; aber auch gar nicht besser liess er sich als unberechtigt erweisen, als dies sogleich seitens des Hrn. Goltz selber geschah. Denn als Angriffsfeld hatte

* S. o. S. 82—7.

** Pflüger's Arch. Bd. 26. 1881. S. 48.

*** Transactions of the international medical congress in London. London 1881. Physiology p. 24.

Hr. Goltz, wie bei seinen früheren Versuchen, „die nach Abnahme des Schädeldaches von oben her frei sichtbare Oberfläche des Grosshirns“ gewählt*, die Abschälung der „von oben her sichtbaren Rinde“ hatte er ausgesprochenermassen beabsichtigt*; und erreicht hatte er, wie er bei der Schilderung der Versuche immer wieder sagte**, dass bis auf gewisse Reste die Rindensubstanz „oben vollständig vernichtet“ war, „die ganze obere Fläche der Hirnrinde eine sehr ausgedehnte Zerstörung“ erfahren hatte, „die gesammte Oberfläche der Rinde einer Hemisphäre“ verloren war, mit der „Wegnahme eines Quadranten“ „ein Viertel der von oben her sichtbaren Grosshirnrinde“ eingebüsst war, mit der „Zerstörung der hinteren Quadranten“ „die nicht erregbare Zone Hitzig's, so weit sie von oben sichtbar ist“ weggenommen war***. Ja, wo nicht schon der Text dahin Auskunft gab†, lehrten es die Abbildungen alle††, dass selbst noch von der von obenher sichtbaren Rinde der Hinterhauptslappen Reste und manchmal gar nicht unbedeutende Reste stehengeblieben waren. Nichts weiter war es daher als eine unzulässige Ausdrucksweise, welche ihn und andere täuschen musste, wenn Hr. Goltz, wo es ihm um den Vergleich mit meinen Versuchen zu thun war, durch seine Verstümmelungen „den gesammten Hinterlappen der Rinde beraubt††† oder „die ganze sogenannte Sehsphäre Munk's in das Zerstörungsgebiet gefallen“††† oder „die ganze sogenannte Sehsphäre verloren“*† sein liess; und für seinen in Rede stehenden Widerspruch fehlte jede thatsächliche Unterlage. An den Goltz'schen Hunden war überall und ohne Ausnahme noch mehr von den Sehsphären erhalten geblieben, als an denjenigen Thieren, welche ich als Beispiele einer nicht ganz geglückten Exstirpation beschrieben hatte**†; und indem jene Hunde nach der unvollkommenen Exstirpation ihrer Sehsphären sehr beträchtliche Sehstörungen zeigten, aber nicht vollkommen blind waren, bestätigten sie nur meine Angaben, anstatt sie, wie Hr. Goltz es wollte, zu widerlegen.

Hrn. Goltz' Veröffentlichung vom Jahre 1884 hat mir denn auch die ausreichende Genugthuung gebracht. Denn nicht bloss gedenkt dort Hr. Goltz jener seiner älteren Versuche nur noch ganz nebensächlich, sondern wir hören auch dabei von ihm selber, dass seine Hunde,

* Pflüger's Arch. Bd. 26. 1881. S. 5.

** Ebenda, S. 13, 15, 27, 30.

*** Transact. etc. Physiology p. 24.

† Pflüger's Arch. Bd. 26. 1881. S. 13, 23.

†† Ebenda, Taf. I—III. Fig. 2, 3, 5, 6. — Vergl. auch Journal of Physiology, Vol. 4. Fig. 1. 2. p. 292—3; Pl. IX. Fig. 14; — Fig. p. 311.

††† Pflüger's Arch. Bd. 26. 1881. S. 27, 18.

*† Transact. etc. Physiology p. 24.

**† S. o. S. 86—7.

welche früher die Rinde der gesammten Hinterlappen oder die ganzen Sehsphären verloren haben sollten, nur „eine sehr umfangreiche und tiefe Verstümmelung beider Hinterhauptslappen“ oder „sehr grosse Verletzungen derselben“ erfahren hatten*. Deutlich genug war damit der begangene Irrthum zugestanden und meine beiläufige Bemerkung**, welche die Goltz'schen Behauptungen unbegreiflich oder mindestens nicht ernsthaft zu nehmen fand, als zutreffend anerkannt.

Aber die neue Veröffentlichung hat zugleich den Widerspruch gegen meinen Versuch in einer anderen Form aufgenommen. Hr. Goltz hat jetzt die ganzen Hinterhauptslappen an Hunden zerstört oder abgetragen und immer, wie es heisst***, dieselben Störungen mit geringfügigen Unterschieden des Grades beobachtet, wie an demjenigen Thiere, von welchem er die Erscheinungen beschreibt. Dieses „besonders zum Beweise benutzte“ Thier war bloss „fast blind“†. „Ein Hund ohne Hintergrosshirn“, sagt Hr. Goltz††, „kann also zweifellos noch sehen. . . . Auf entgegenstehende Beobachtungen Munk's††† lege ich nicht das geringste Gewicht. Wenn dieser gefunden hat, dass Säugethiere und Vögel nach Wegnahme gewisser Abschnitte der Rinde stockblind werden, so ist, wie ich oben erörtert habe, mit solchen negativen Ergebnissen nicht viel anzufangen. Sie werden für die Frage der wissenschaftlichen Erforschung der Function des Hinterhauptslappens werthlos, sowie auch nur ein einziger Fall bekannt wird, in welchem trotz des Eingriffs das Sehvermögen fortbesteht.“ Dass jener Hund „noch ein Restchen der von Munk erfundenen Sehsphäre besitze“, könne man, meint Hr. Goltz weiter, nicht annehmen, da der Hund gar nicht wie ein Thier oder ein Mensch mit Netzhautdefect sehe; und „noch bei weitem schlagender gegen die abenteuerlichen Lehren Munk's spreche die Thatsache, dass der Hund nach der Operation eingebildete Hindernisse meidet“*†.

Was ich so in allem wesentlichen möglichst präcis zusammengefasst habe, kommt ersichtlich darauf hinaus, dass wiederum die volle Blindheit der Thiere als Folge des Verlustes der Sehsphären bestritten wird. Doch wird es diesmal nicht geradeheraus gesagt; und dass die neue Form des Widerspruches der alten gegenüber an Klarheit und Bestimmtheit so auffällig weit zurückbleibt, verräth unmittelbar die Schwäche, welche dem neuen Angriffe zukommt.

Ich stimme mit Hrn. Goltz ganz darin überein, dass nach Ver-

* Pflüger's Arch. Bd. 34. 1884. S. 492.
** S. o. S. 187.
*** Pflüger's Arch. Bd. 34. 1884. S. 498.
† Ebenda, S. 494, 490—3.
†† Ebenda, S. 493—4.
††† Hier citirt Goltz meine zwölfte Mittheilung vom Jahre 1883.
*† Pflüger's Arch. Bd. 34. 1884. S. 494—5.

letzungen der Centralorgane, wie es Hr. Schiff* schon vor langer Zeit gelehrt hat, für die Folgerungen ein besonderes Gewicht darauf zu legen ist, welche Functionen deutlich erhalten sind: dass, wenn z. B. ein Thier nach Wegnahme eines bestimmten Hirnabschnittes noch sieht, mit voller Sicherheit behauptet werden kann, der weggenommene Hirntheil könne nicht der einzige sein, welcher dem Gesichtssinne vorsteht, und dass eine einzige solche positive Beobachtung mehr werth ist als unzählige negative**. Habe ich diese Überlegungen in meiner knappen Darlegung auch nicht besonders erörtert, wie Hr. Goltz, so habe ich mich doch gerade mit von ihnen überall leiten lassen, als ich von den ersten kleinen Verletzungen aus, durch welche ich den einen oder den anderen Sinn gestört fand, zu meiner schliesslichen Abgrenzung der Sinnessphären an der Grosshirnrinde vordrang. Denn ich sollte meinen, ich hätte es genugsam bei jeder Gelegenheit betont und durch die stete Wiederholung sogar bis zum Überdruss hervorgehoben, dass ich die verschiedenen Rindenabschnitte als Sehsphäre, Hörsphäre u. s. w. hinstellte, nicht bloss weil durch die Verletzung das eine Mal die Gesichtswahrnehmung, das andere Mal die Gehörswahrnehmung u. s. w. geschädigt oder verloren war, sondern auch weil dort jede andere Sinneswahrnehmung ausser der Gesichtswahrnehmung, hier jede andere Sinneswahrnehmung ausser der Gehörswahrnehmung sich unversehrt erwies. Dementsprechend würde ich trotz allen meinen Versuchen unweigerlich mich beugen, sobald ein Hund nach dem Verluste der Sehsphären nicht vollkommen blind gefunden wäre; wie er gesehen, brauchte dabei gar nicht weiter in Frage zu kommen, der Hund müsste nur überhaupt gesehen haben. Aber einen solchen Hund hat Hr. Goltz auch jetzt nicht aufweisen können. Wohl haben die Hunde, von welchen er neuerdings erzählt, zweifellos alle gesehen; aber ebenso zweifellos, wie sich zeigen wird, waren ihnen die Sehsphären nicht vollkommen exstirpirt.

Wer an recht grossen und merkwürdigen Verstümmelungen des Grosshirns Gefallen findet, mag durch die neuen Goltz'schen Versuche vollauf befriedigt gewesen sein, da er las, dass Hr. Goltz nicht weiter bei der Rinde sich aufgehalten, sondern sogleich die ganzen Lappen exstirpirt und nach solchen Abtragungen mit ausgedehnter Eröffnung der Ventrikel, welche bis dahin für unbedingt tödtlich galten, die Hunde lange am Leben erhalten hat. Für unsere wissenschaftliche Frage jedoch ist jenes Übermass der Goltz'schen Leistung ohne Bedeutung. Dafür handelt es sich einzig und allein darum, ob die Goltz'schen Versuche den bestimmten Anforderungen entsprachen, welche sie zu erfüllen hatten.

---

* Lehrbuch der Physiologie, Lahr 1858—59. S. 231. — Vergl. auch Wernicke, Lehrbuch der Gehirnkrankheiten. Kassel 1881. Bd. I. S. 284.

** Goltz, Pflüger's Arch. Bd. 34. 1884. S. 455.

Nicht von einem ganz nebelhaften „Hintergrosshirn“, auch nicht von verschwommenen, hinsichtlich ihrer Grenzen gar nicht oder schlecht definirten „Hinterhauptslappen“, sondern von symmetrischen, in ihrer Ausdehnung durch Wort und Bild genau bezeichneten Rindenabschnitten, welche ich die Sehsphären nannte, hatte ich es ermittelt, dass ihr Verlust die andauernde volle Blindheit des Hundes mit sich bringt: und eben diese Rindenabschnitte mussten den Hunden fehlen, deren Sehen meine Ermittelung widerlegen sollte.

Dass es darauf ankam, hat auch Hr. Goltz sehr wohl gefühlt; sonst hätte er nicht — „um Deutungskünsten sofort zu begegnen“ — das Fehlen „eines riesigen Netzhautdefectes“ der Annahme entgegengehalten, dass sein Hund noch ein Restchen der Sehsphäre besass. Um so auffälliger aber ist dann die äusserste Dürftigkeit des Materiales, welches die Goltz'sche Mittheilung für die entscheidende Beurtheilung zur Verfügung stellt. In zahlreichen Fällen, hört man, waren beide Hinterhauptslappen mittels des Scheerenbohrers bis auf einen basalen Rest verstümmelt oder zerstört, bezw. mit dem Messer abgeschnitten*; aber an einen einzigen Fall sind „der Einfachheit der Darstellung halber“ alle Ausführungen geknüpft, von den übrigen Fällen erfährt man nichts, als dass „dieselben Störungen mit geringfügigen Unterschieden des Grades sich beobachten liessen“**. Und von jenem „vorzugsweise verwertheten“ Falle heisst es***: „Der Fall betrifft einen Hund, welchem ich in zwei Operationen, nämlich am 17. October 1882 und am 22. Januar 1883 beide Hinterhauptslappen mit dem Messer quer abgeschnitten habe. Das Thier ist noch heute am 4. Mai 1884 munter und wohlgenährt. Von den beiden exstirpirten Hinterhauptslappen wog der linke in frischem Zustande 6.75, der rechte 6.8 ^{g}. Beide habe ich in Chromsäure aufbewahrt. Die Länge des rechten Lappens in sagittaler Richtung beträgt 30 ^{mm}, die des linken 27 ^{mm}. Jedes der beiden Stücke hat eine Breite von 42 ^{mm}. Der Hund, welchem diese Hirnstücke genommen wurden, hat eine Länge von 75 ^{cm}, gemessen von der Schnauzenspitze bis zur Schwanzwurzel. Seine Schulterhöhe über dem Erdboden beträgt 36 ^{cm}. Die frontalen Schnitte, durch welche beide Hinterhauptslappen vom übrigen Grosshirn abgelöst wurden, fielen in das absteigende Horn des Seitenventrikels. In jeder Operation wurde das Ammonshorn in erheblicher Strecke verletzt.“ Ähnlich hatte es vorher, wo die Folgen der Abtragung eines Hinterhauptslappens behandelt wurden, gelautet†: „Die vordere Grenze des Hinterhauptslappens wähle ich willkürlich, in-

* Pflüger's Arch. Bd. 34. 1884. S. 487.

** Ebenda, S. 498.

*** Ebenda, S. 490.

† Ebenda, S. 487.

dem ich als solche einen queren Schnitt nehme, der das absteigende Horn des Seitenventrikels öffnet. Durch diesen abtrennenden Querschnitt habe ich regelmässig auch ein Stück des Ammonshorns verletzt. Bei Hunden mittlerer Grösse (von etwa 10 Kilo Gewicht) liegt ein solcher Schnitt in der Luftlinie gemessen etwa 27^{mm} vor der hinteren medialen Ecke des Hinterlappens. In der Munk'schen Hirnkarte fällt der Schnitt in das Gebiet der sogenannten Augenregion, d. i. der Fühlsphäre des Auges."

Je gewisser man gerade für einen einzelnen Fall, dem eine solche Bedeutung beigemessen, die Beweiskraft peinlich dargethan erwartet, desto erstaunlicher wirkt der Goltz'sche Bericht. Indem der Hund noch am Leben war, sieht man eine zuverlässige Kenntniss der Verletzung von vorneherein ausgeschlossen, da es zu einer solchen der Section, der Untersuchung des Hirnes bedarf. Und nicht einmal eine brauchbare Schätzung der Verletzung ist ermöglicht. Denn dass die frontalen Schnitte in das absteigende Horn des Seitenventrikels fielen und das Ammonshorn in erheblicher Strecke verletzten, lässt bei der Ausdehnung und der Configuration der Hörner noch einen weiten Spielraum für den Verlauf der Schnitte zu, und dunkel bleibt im übrigen das Operationsverfahren, insofern mit jenen Schnitten allein die Hinterhauptslappen abgelöst sein sollen. Dunkel bleiben dann ferner die abgetragenen Lappen. Sie waren aufbewahrt und daher leicht mit wenigen Strichen zu skizziren; aber während früher farbige Tafeln verschwendet wurden, ist jetzt an entscheidender Stelle mit der einfachsten Abbildung gekargt. Auch ist nicht mit einem Worte der Furchen und Windungen der Oberfläche gedacht, die jedermann sonst zur Orientirung am Grosshirn dienen. Bloss gemessen ist und gewogen mit der eigenartigen Vorliebe für Exactität, mit der Hr. Goltz trotz seiner Entdeckung, dass mit dem Verluste von vier Gramm Mantelsubstanz an jeder Hemisphäre die Verdummung des Hundes sehr deutlich ist*, bisher allein dasteht. So ist, ich will nicht sagen, alles dafür gethan, aber sicher es bewirkt, dass die Bedingungen des „vorzugsweise verwertheten" Versuches in den wesentlichsten Punkten verborgen bleiben[141]; und mit einem solchen Versuche meine Ermittelung widerlegen zu wollen, welche durchaus den völligen Verlust der Sehsphären verlangt, muss sogleich wieder als ein Vorhaben erscheinen, das zum mindesten nicht ernst zu nehmen ist.

Indess sind die Goltz'schen Anführungen doch dafür ausreichend, dass wir für unseren Theil, indem wir den Goltz'schen Wegen folgen, die fraglichen Versuche noch soweit aufklären können, als es für uns wichtig ist. Wiederum weist uns Hr. Goltz selber auf die schwache Seite seiner Versuche hin, da er unverkennbar die Ueberzeugung zu ver-

* Pflüger's Arch. Bd. 20. 1879. S. 40.

schaffen bestrebt ist, dass seine Abtragungen weit genug nach vorn sich erstreckten, um meine Sehsphäre in ihrer ganzen sagittalen Ausdehnung einzuschliessen. Ganz anderes ergiebt unsere Prüfung. Die vordere Grenze der Sehsphäre ist nach den Abbildungen, welche ich gab (siehe Fig. 1—3), scharf charakterisirt 1. durch ihre Lage vor dem Balkenwulste; 2. durch das ungefähr dreieckige, etwas mehr lange als breite Stück, welches sie, in Verbindung mit dem vorderen Ende der lateralen Grenze der Sehsphäre, von der dritten[142] Windung abschneidet; 3. dadurch, dass ihre Verlängerung lateralwärts auf den am weitesten nach hinten gelegenen Punkt der die vierte Windung abschliessenden Furche stösst oder dicht vor oder hinter diesen Punkt fällt: danach ist die Grenze bei einiger Kenntniss des Hundegrosshirns schon am lebenden Thiere, vollends an der Leiche nicht zu verfehlen. Legen wir nun gerade an dieser Grenze, wie es bei deren frontalem Verlaufe keine Schwierigkeit hat, einen Frontalschnitt durch die Hemisphäre, so trifft der Schnitt den Seitenventrikel ausnahmslos etwas vor dem absteigenden Horne oder allerhöchstens gerade dort, wo das absteigende Horn eben vorn beginnt; demgemäss wird auch jedesmal fast das ganze Ammonshorn abgetrennt, nur das kurze vorderste Stück desselben, bevor die Abwärtskrümmung anhebt, bleibt erhalten. Viel weiter hinten verläuft der hintere Rand des absteigenden Hornes entsprechend der Furche, welche den hinteren absteigenden Theil der dritten Windung von der zweiten Windung abgrenzt; so dass für das absteigende Horn und das abwärts laufende Ammonshorn die Ausdehnung in sagittaler Richtung ungefähr durch die ganze Breite des hinteren absteigenden Theiles der dritten Windung gegeben ist, welche bei Hunden von etwa 10^{kg} Gewicht oder etwa 75^{cm} Länge und 36^{cm} Schulterhöhe etwa 8^{mm} beträgt. Nach Hrn. Goltz' Berichten waren aber seine frontalen Schnitte immer in das absteigende Horn gefallen und hatten nur ein Stück des Ammonshornes oder dieses in erheblicher Strecke verletzt; sie müssen daher die vorderste Partie der Sehsphäre zurückgelassen haben.

Bemerkenswertherweise verhelfen zu der gleichen Einsicht, wenn auch naturgemäss nicht mit derselben Sicherheit, die Angaben, welche Hr. Goltz in Zahlen gemacht hat. Ich sage: bemerkenswertherweise, weil man hier von der Prüfung kaum etwas hätte erwarten mögen. Denn wenn schon im allgemeinen vom Messen und Wiegen am Grosshirn der Umstand hat ganz absehen lassen, dass selbst Hunde gleicher Grösse oder gleichen Gewichtes nach Race, Alter und Ernährungszustand die mannigfachsten Verschiedenheiten und Unregelmässigkeiten darbieten, so treten im vorliegenden Falle als besondere Misslichkeiten noch hinzu, dass für das Wiegen der abgetrennten hinteren Hemisphärenenden die trennenden Schnitte in ihrem Verlaufe zu wenig bestimmt sind und für das Messen der hintere obere Hemisphärenrand zu variabel in seiner

Form ist. Man findet aber, wenn man an Hunden von etwa 10^{kg} Gewicht oder etwa 75^{cm} Länge und 36^{cm} Schulterhöhe an der Oberfläche der Grosshirnhemisphäre in genau sagittaler Richtung den kürzesten Abstand der vorderen Grenze der Sehsphäre vom hinteren oberen Rande des Hinterhauptslappens bestimmt, dass dieser Abstand nur in seltenen Fällen 27^{mm} und in der Regel mehr, bis über 30^{mm} beträgt.[143] Danach ist es weit entfernt von der Wahrheit, dass die Goltz'schen frontalen oder queren Schnitte „in meiner Hirnkarte in das Gebiet der sogenannten Augenregion, d. i. der Fühlsphäre des Auges fallen"; vielmehr müssen sie in der Regel hinter der vorderen Grenze meiner Sehsphäre zurückgeblieben sein. Und bei dem „vorzugsweise verwertheten" Falle bleibt höchstens für die rechte Hemisphäre die Möglichkeit bestehen, dass das vorderste Stück der Sehsphäre mit entfernt worden ist; denn dort sind nach der Angabe die Messungen nur „in sagittaler Richtung" ausgeführt worden und nicht „von der hinteren medialen Ecke des Hinterlappens" aus, wodurch der kürzeste Abstand gefunden wird, während sonst grössere Werthe für den Abstand zu erhalten sind. Aber selbst diese Möglichkeit vernichten noch die Ergebnisse der Wägungen. Denn an Hunden von etwa 10^{kg} Gewicht oder etwa 75^{cm} Länge und 36^{cm} Schulterhöhe stellt sich für das abgetrennte hintere Hemisphärenende ein Gewicht von $6-7^{\text{g}}$, wie es Hr. Goltz angiebt, heraus, wenn der quere Schnitt $4-5^{\text{mm}}$ hinter dem vorderen Ende meiner Sehsphäre begonnen hat und mit einer erheblichen Verletzung des Ammonshornes in das absteigende Horn gefallen ist; während der abgetrennte Lappen ein grösseres Gewicht von $8-9^{\text{g}}$ zeigt, wo der quere Schnitt vom vorderen Ende meiner Sehsphäre aus zunächst schief nach hinten zum Ventrikel geführt worden ist und im übrigen denselben Verlauf genommen hat. Der erstere quere Schnitt trennt für sich allein das hintere Hemisphärenende ab, indem er dicht hinter den Balkenwulst fällt; zu dem letzteren queren Schnitte muss, um das hintere Hemisphärenende freizumachen, ein Sagittalschnitt am Rande des Balkenwulstes hinzugefügt werden.

Damit sehen wir uns schliesslich noch auf einen Punkt in den Goltz'schen Berichten hingeleitet, welcher von besonderer Bedeutung deshalb ist, weil er für sich allein und ohne weiteres den Werth der Goltz'schen Versuche enthüllt. Hr. Goltz hat, wie er sagt, den Hinterhauptslappen einfach quer abgeschnitten oder mit einem queren oder frontalen Schnitte vom übrigen Grosshirn abgelöst. Das wäre, wenn jener Hinterhauptslappen meine ganze Sehsphäre umfasste, unmöglich gewesen, da noch eine sagittale Durchtrennung des Balkens oder der Balkenfaserung hätte erfolgen müssen; und selbst die Bezeichnung des trennenden Schnittes als eines frontalen wäre nicht zu verstehen, da der Schnitt vom vorderen Ende der Sehsphäre aus recht schief nach hinten und unten hätte verlaufen müssen, sollte der Lappen die angegebene

Breite haben und, wie es das Verhalten des Thieres erwies, der Thalamus opticus unverletzt bleiben. Dagegen ist alles klar und stimmen alle Goltz'schen Anführungen gut zusammen, wenn der quere Schnitt dicht hinter dem Balkenwulste geführt worden ist — etwa so, wie es die punktirten Linien in den Fig. 1—3 der Tafel anzeigen — und das vorderste Stück der Sehsphäre stehenblieb.

So hat sich bei dem neuen Angriffe nur wiederholt, was wir für den früheren Angriff schon zugegeben fanden, dass irrthümlich Hr. Goltz geglaubt und den Glauben zu erwecken gesucht hat, dass bei seinen Versuchen meine ganzen Sehsphären fortgefallen waren. In Wahrheit hat Hr. Goltz, wie er es zu allererst selber gesagt und nachher nur vergessen hat, bei seinen Abtragungen „die vordere Grenze des Hinterhauptslappens willkürlich gewählt"* und dabei nach Ausweis seiner eigenen Anführungen die vorderste Partie der Sehsphäre zurückgelassen. Daher widerspricht es wiederum nicht meinen Angaben, sondern bestätigt dieselben, dass die Goltz'schen Hunde sehr beträchtliche Sehstörungen zeigten, aber nicht vollkommen blind waren. Wir werden auch später sehen, wie der „besonders zum Beweise benutzte" Hund gerade auf grund der Goltz'schen Schilderung seines Verhaltens deutlich zu erkennen ist als ein Thier, das noch die vorderste Partie der Sehsphäre besass.

II.

Der Nachweis des Fehlerhaften in den Goltz'schen Versuchen hat mir jedoch nicht genügt, und ich habe meinen Versuch mit Totalexstirpation der beiden Sehsphären wiederholt. Zwar war mir ein Fehler im Versuchsverfahren, eine Lücke in der Beobachtung nicht gezeigt, noch vermochte ich selber solche aufzufinden; zwar hatte ich gleichmässig an acht Hunden alles so gesehen, wie ich es beschrieb; zwar war zahlreichen Physiologen und Pathologen, welchen ich jene Hunde demonstriren konnte, nie eine Erscheinung aufgestossen, welche die volle Blindheit der Thiere verdächtigen liess; zwar hätte sich schon auf einem einfacheren Wege das erreichen lassen, worauf es im grunde hier ankam: dennoch mochte ich nicht von dem Versuche abstehen, um die unbedingte Zuverlässigkeit seines Ergebnisses zu erproben. Und dieser Zuverlässigkeit habe ich mich vergewissert, freilich aber zugleich erfahren, dass für das Gelingen des Versuches ohne eine jahrelange Übung an der Sehsphäre, wie ich sie 1880 besass, noch grössere Schwierigkeiten bestehen, als meine damalige Mittheilung erkennen liess.

Das alte Exstirpationsverfahren** hat sich nicht nur bewährt, sondern auch in allen Stücken dermassen als nothwendig erwiesen, dass ich jede

---

* S. das Citat o. S. 245.

** S. o. S. 82.

Abweichung, selbst wenn sie nur die Aufeinanderfolge einzelner Akte betraf, mit Misserfolgen gebüsst habe. Insbesondere habe ich durch vielfache, theils absichtliche, theils unabsichtliche Modificationen constatirt, dass der Exstirpation in Länge und Breite durchaus genau die Grenzen zu geben sind, welche meine Fig. 1—4 anzeigten. Ebenso muss es dabei bleiben, dass die Rinde in 2—3mm Dicke abzutragen ist. Man wird, wo man auf ein sehr weiches Hirn stösst, nicht überall diese Dicke einhalten können, aber man muss jedenfalls ein tieferes Eindringen zu vermeiden bestrebt sein, wenn es nicht zum Durchbruche in den Ventrikel und damit zum Tode des Thieres kommen soll. Dass eine solche Exstirpation an den Furchen graue Substanz zurücklässt, lehrt der flüchtigste Blick auf die verstümmelte Convexität, und deshalb habe ich wohlweislich nie gesagt, wenn es auch Hr. Goltz so angiebt*, dass ich die gesammte graue Rinde entfernt habe. Aber durch den mechanischen Angriff und die nachfolgende Entzündung geht die der Schnittfläche benachbarte nervöse Substanz zugrunde[144], auch müssen die etwa noch tiefer in den Furchen verbliebenen centralen Elemente infolge der Zerstörung der von der Oberfläche eindringenden ernährenden Gefässe functionsunfähig werden, und schliesslich wird unter allen Umständen die Totalexstirpation der Sehsphäre[145] einfach durch den Erfolg des Versuches verbürgt.

Waren mir früher die beabsichtigten Totalexstirpationen bloss dadurch nicht ganz geglückt, dass am Sulcus calloso-marginalis ein Rest der Sehsphäre stehenblieb, so sind mir neuerdings alle möglichen Fehler vorgekommen, indem nicht nur an den schwerer zugänglichen medialen und hinteren Enden der Sehsphären, sondern auch an deren vorderen und lateralen Enden kleine Rindenpartien der Exstirpation entgingen. Auf die letztere Weise habe ich sogar eine monatelange Arbeit eingebüsst, da ich an einer ganzen Serie von Hunden nach der zweiten Operation durch die Prüfungen den regelmässig wiederkehrenden Fehler entdeckte, den später auch die Section erwies. Wie ich bei den nächstfolgenden Operationen fand, hatte gerade mein besonderes Bemühen, den einen Fehler sicher zu vermeiden, mich in den anderen Fehler verfallen lassen, an den ich nicht mehr dachte, weil alle früheren Erfahrungen ihn auszuschliessen schienen. Ich hatte bei der medialen und der hinteren Abtragung die Hemisphäre in ungehöriger Weise nach vorn und unten verschoben, und daher hatten der vordere und der untere die Exstirpation begrenzende Schnitt, indem sie den Rändern der richtig angelegten Knochenlücke folgten, die Grenzen der Sehsphäre nicht überall erreicht. Je grösser schon ohnedies die Verluste durch Blutungen, Entzündungen, Krämpfe u. s. w. sind, desto empfindlicher wird man durch

* Pflüger's Arch. Bd. 34. 1884. S. 452.

ein solches Missgeschick belehrt, wie sorgsam man alle Bedingungen für das Gelingen des Versuches zu beachten hat.

Auch habe ich diesmal mehr als früher unter anderen Misslichkeiten zu leiden gehabt. Glücklich operirte und geheilte Thiere sind mir, ehe ich sie hinreichend lange beobachtet hatte, zugrundegegangen nicht bloss durch die Erkrankungen, von welchen ich schon früher (S. 83) sprach, sondern auch durch kleine Unfälle, welche hin und wieder mit den Prüfungen verknüpft waren. Ein Sturz aus geringer Höhe oder ein mässiger Stoss mit dem Hinterkopfe gegen eine vorspringende Kante war zunächst anscheinend spurlos an dem Hunde vorübergegangen, und doch war das Thier nach wenigen Tagen todt; die Section ergab nicht einmal eine Blutung, das Gehirn war nur etwas ödematös. Und noch schlimmer war es, dass wiederholt Infectionskrankheiten in den Hundestall eingebrochen waren und den gesammten werthvollen Bestand des Stalles vernichteten oder aufzugeben zwangen.

Diese Misslichkeiten liessen sich mildern und der Aufwand an Zeit und Arbeit für die Untersuchung sehr verringern, wenn man es ersparen könnte, die Hunde gewissermassen monatelang mit der ersten Operation für die zweite Operation vorzubereiten. Die Gefahr der Infection wäre kleiner, da man nicht so viele Thiere anzusammeln brauchte; und der raschere Zufluss des gewünschten Beobachtungsmateriales würde es auf den Verlust des einzelnen geglückten Versuches weniger ankommen lassen. Ich habe deshalb in jüngster Zeit mich zu dem Wagniss entschlossen, an kräftigen Hunden beide Sehsphären auf einmal zu exstirpiren, derart dass Trepanation, Freilegung der Dura in der erforderlichen Ausdehnung, Exstirpation — jeder dieser drei Akte an beiden Seiten nach einander ausgeführt wurde. Habe ich nun auch die beiden Hunde, welche ich so behandelte, durch Nachblutungen verloren, so habe ich doch die Überzeugung gewonnen, dass das neue Verfahren wird erfolgreich sein können. Allerdings stellt dasselbe an die körperliche und geistige Ausdauer des Operateurs sehr hohe Ansprüche. Aber im übrigen habe ich gegenüber dem zweizeitigen Verfahren nur den Nachtheil bemerkt, dass der grössere Blutverlust eine etwas grössere Erschöpfung des Thieres mit sich bringt; und dadurch können die Chancen des Versuches nicht besonders verschlechtert erscheinen, wo doch schon zweimal bei demselben Thiere die gute Durchführung einer sehr schweren Operation und das Überstehen der grossen Gefahren der Operation für den Versuch gefordert sind. Für die Wiederholung der Untersuchung glaube ich deshalb die weitere Prüfung des einzeitigen Operirens, natürlich nach genügender Vorübung, empfehlen zu sollen.

Von 85 Hunden, an welchen ich die Exstirpation unternahm, habe ich vier ganz gelungene Versuche erhalten. An diesen vier Hunden, welche ich nach der vollkommenen Exstirpation beider Sehsphären durch

3—14 Monate bei ungestörter Gesundheit beobachten und prüfen konnte, habe ich nun meine alten Angaben in jeder Hinsicht durchaus bestätigt gefunden[146]; und dermassen zutreffend hat sich die Schilderung erwiesen, welche ich früher (S. 84) gab, dass ich für das Verständniss des Folgenden mir erlauben muss, dieselbe zu wiederholen, da ich sie weder zu kürzen noch wesentlich zu verbessern vermag.

„Von Stund' an, da die zweite Sehsphäre entfernt wurde, ist und bleibt der Hund auf beiden Augen vollkommen blind, hat er den Gesichtssinn ganz und für immer verloren, während er in allen übrigen Stücken nicht im mindesten vom unversehrten Hunde sich unterscheidet. Normal laufen alle vegetativen Functionen ab; normal sind Hören, Riechen, Schmecken, Fühlen; normal kommen alle Bewegungen zur Ausführung, die sogenannten willkürlichen ebenso wie die unwillkürlichen, wofern sie nur nicht gerade vom Sehen abhängig sind; normal functioniren die Augen, verengen und erweitern sich die Pupillen; normal ist auch die Intelligenz, soweit sie nicht den Gesichtssinn zur Grundlage hat: kurz, nichts ist abnorm, als das totale Fehlen des Gesichtssinnes.

In den ersten Wochen regen nur Hunger und Durst den Hund zu längerem Gehen an; sonst rührt er sich freiwillig nicht von der Stelle, und auch Lockung und Prügel setzen ihn bloss für kurze Zeit in Bewegung. Immer geht er sehr langsam und zögernd, indem er, den Kopf weit vorgestreckt, mit der Schnauze den Boden abfühlt und die Vorderbeine gleichsam vorsichtig tastend vorschiebt. An alle Hindernisse auf seinem Wege stösst er an. Häufig dreht er sich rechtsum und linksum im Bogen, ohne von der Stelle zu kommen; hat er auf den Zuruf die richtige Richtung eingeschlagen, so verliert er dieselbe bald; selbst in dem ihm vorher bestbekannten Raume fehlt ihm jede Orientirung. Zum Laufen, wie zum Springen ist er nie zu bewegen. Vor jeder Terrainschwierigkeit macht er halt oder kehrt er um. Nur gezwungen passirt er die Treppe, indem er Stufe für Stufe mit der Schnauze nachfühlt; hat er nicht die erste Stufe mit der Schnauze abgereicht, so lässt er sich eher jede Misshandlung gefallen, als dass er ein Bein setzt. Von der Mitte des Tisches aus vermeidet er, mit der Schnauze den Rand abtastend, sehr geschickt die Gefahr: war er aber von vorneherein so auf den Tisch gesetzt, dass ein laterales Fusspaar nahe dem Rande sich befand, so fällt er regelmässig herunter, sobald er sich in Gang setzt. Nur durch Riechen und Fühlen findet er seine Nahrungsmittel. Er sieht nichts, das man vor seinen Augen hält oder bewegt, wo auch das Bild auf den Retinae entsteht; und er blinzelt demgemäss auch nur auf Berührung. Ob man das helle Zimmer plötzlich verfinstert oder das finstere Zimmer plötzlich erhellt, ob man das grellste Licht, natürlich unter Vermeidung der Erwärmung, plötzlich in seine Augen wirft und diese oder jene Partie seiner Retinae plötzlich mit Licht überfluthet, keine

andere Fiber seines Körpers zuckt, als die Irismuskulatur, die in normaler Weise reagirt. Und nichts von alledem ändert sich an unserem Hunde, so lange er lebt und gesund bleibt, ausser dass, wie es von blinden Thieren altbekannt, die restirenden Sinne sich verfeinern und, soweit es angeht, eintreten für den verlorenen Gesichtssinn. Mit der Zeit stösst der Hund immer weniger heftig an die Hindernisse auf seinem Wege an, und schliesslich weicht er ihnen meist sogar gut aus, nachdem er sie bloss mit den Tasthaaren oder mit den weit nach vorn gestellten Ohrmuscheln berührt hat. Dann orientirt er sich auch mehr und mehr in den für ihn bestimmten Räumen, sein Gang wird weniger vorsichtig und langsam, er trägt den Kopf höher, er umgeht die ständigen Hindernisse ganz, er hält auf den Zuruf die richtige Richtung immer besser ein, er bewegt sich immer häufiger und andauernder von freien Stücken. Wer in diesen Räumen den Hund nach Monaten oberflächlich betrachtet, kommt nicht auf die Vermuthung, dass er ein ganz blindes Thier vor sich hat; aber nichts weiter ist nöthig, als den Hund auf ein ihm unbekanntes und einigermassen schwieriges Terrain zu versetzen, damit das alte, erstgezeichnete Bild sogleich in allen wesentlichen Zügen wiederkehrt. Alle besonderen Prüfungen des Gesichtssinnes liefern vom ersten bis zum letzten Tage unverändert dasselbe Ergebniss.“

Bei dieser Schilderung darf ich diesmal jedoch nicht stehen bleiben. Denn ohne die von mir genau vorgezeichnete Totalexstirpation der Sehsphären von neuem zu unternehmen, geschweige denn sie mit der Sorgfalt zu wiederholen, deren es für das Gelingen eines solchen Versuches bedarf, hat man, weil beliebige andere Versuche mit Verstümmelung der Hinterhauptslappen, Versuche, die oft kaum im groben den meinigen ähnlich zu nennen waren, zu anderen Ergebnissen führten, meine Angaben auf das äusserste zu verdächtigen sich bemüht. Und je öfter der Zweck wirklich erreicht worden ist, wie die Litteratur der letzten Jahre gezeigt hat, desto mehr habe ich die Verpflichtung, unverhüllt das Spiel darzulegen, das getrieben worden ist.

Ein junger Goltz'scher Schüler hat gemeint, ich dürfte mancher Täuschung anheimgefallen sein, wenn ich die geschilderten Symptome in der That für ausreichend hielt, um die völlige Blindheit des Hundes vorauszusetzen, und als Beleg beigebracht, wie ein schrecklich verstümmelter Hund, den er für blind gehalten haben würde, bei freien Augen anders sich verhielt, als bei verdeckten*. Was hier mir und dem Leser zugemuthet wird, geht jedoch zu weit, als dass es noch eines Wortes bedürfte, wenn ich den Schluss der Erörterung hierher setze, der also lautet: „War das Auge frei, so sprang das Thier, wenn man die Hand oder ein weisses Tuch lebhaft vor seinem Auge bewegte, nach der-

* Pflüger's Arch. Bd. 34. 1884. S. 128—9.

selben auf; war das Auge geschlossen, so geschah das nicht. Das Thier war also sicher nicht blind, obwohl es alle die Symptome hatte, in denen Munk einen ausreichenden Beweis für die Blindheit sieht.“

Sodann hat Hr. Goltz* selber seit Jahren immer und immer wieder gegen mich hervorgehoben, dass er an seinen Hunden, welche man für blind oder stockblind hätte halten können, regelmässig noch durch besondere Prüfungen zu beweisen vermochte, dass sie sahen, indem dieselben nach dem Verschluss der Augen zu gehen sich weigerten und die Bedeckung abzureissen suchten und auch, was ihm noch wichtiger galt**, sonnige Stellen oder weisses Papier auf dem Fussboden bei ihren Wegen vermieden. Daraufhin hat er meine Angaben über die volle Blindheit meiner Hunde in so häufiger Wiederholung mit solcher Zuversicht und Entrüstung zurückgewiesen oder für abenteuerliche Lehren u. dgl. erklärt, dass dem Leser der Glaube, ja die Überzeugung erwachsen musste, meinerseits sei infolge unzureichender Prüfung ein grosser Irrthum begangen, und Hr. Goltz habe denselben nachgewiesen, indem er mittels besserer Prüfungen Reste des Sehvermögens da noch zu entdecken wusste, wo solche mir entgangen waren. Nicht anders als jener Schüler ist also auch Hr. Goltz vorgegangen, nur weniger geradezu; aber ebenso ist auch er der Täuschung verfallen, die nur etwas umständlicher klarzulegen ist.

In der Schilderung meiner Hunde, wie ich sie oben wiedergab, hatte ich deren volle Blindheit, in Würdigung der Bedeutung des Ergebnisses, nicht einfach behaupten, sondern mit Beweisen belegen wollen, und zu dem Zwecke hatte ich in möglichster Präcision die entscheidenden Prüfungen und Beobachtungen zusammengestellt. Darüber hat sich Hr. Goltz leicht hinweggesetzt. Dass schon grobe Erfahrungen an seinen Hunden meinen Angaben geradezu widersprachen, dass vollends eine Anzahl meiner Prüfungsergebnisse durchaus unverständlich blieb, hat ihm nicht das geringste Bedenken verursacht; meine Beobachtungen waren kurzweg damit abgethan, dass er sie willkürliche Annahmen oder Hypothesen nannte. Man dürfte nun zum mindesten erwarten, dass Hr. Goltz die Vorzüge dargethan hätte, welche seine besonderen Prüfungen darboten. Doch weit gefehlt. In allen Fällen, in welchen Hr. Goltz die besonderen Prüfungen vorführt, hat er sie vielmehr selber als überflüssig hingestellt, indem schon ohnedies das Sehen zweifellos zu constatiren war. Denn nach Hrn. Goltz' Angaben richteten sich die Hunde an der Wand des hölzernen Käfigs empor, um oben durch das durchsichtige Drahtgitter zu schauen***, bewegten sie sich regelmässig und richtig einer unteren Spalte

---

* Pflüger's Arch. Bd. 26. 1881. S. 7—8, 28—9; Bd. 34. 1884. S. 491—2. Transact. etc. 1881, Physiology p. 26, 35.

** Pflüger's Arch. Bd. 34. 1884. S. 491—2.

*** Ebenda, S. 493; Bd. 26. 1881. S. 8, 27. — Vergl. Transact. etc. 1881. Physiology p. 26.

im Käfig zu, durch welche man Licht einfallen liess*, gingen sie Hindernissen — mindestens meistens — gut aus dem Wege, ohne sie zu berühren**; ja, wie Hr. Yeo bemerkte, erkannte einer dieser Hunde sogar die befreundeten Menschen aus der Entfernung***. Das Gewicht, welches Hr. Goltz immer und immer wieder seinen besonderen Prüfungen beilegt, wäre demnach gar nicht zu verstehen, hätten diese nicht schon deshalb für Hrn. Goltz Werth gehabt, weil bei mir von solchen Prüfungen nicht die Rede war. Aber Hr. Goltz hat übersehen, dass darum, dass ihrer nicht Erwähnung geschah, die Prüfungen gar nicht verabsäumt und noch weniger zum Nachtheil der Sache unterblieben zu sein brauchten. In der That haben meine blinden Hunde, die alten wie die neuen, sämmtlich weder durch grell erleuchtete oder sonstwie hellere Stellen des Fussbodens jemals in irgendeiner Weise sich beeinflussen lassen, noch haben sie je ein abweichendes Verhalten gezeigt, ob ihre Augen frei oder verdeckt waren. Und nur deshalb hatte ich diese Erfahrungen in meine Schilderung nicht aufgenommen, weil, um die Reste des Gesichtssinnes zu entdecken, die Prüfungen, welche Hr. Goltz für ausgezeichnet hält, an Feinheit wesentlich zurückbleiben gegen diejenigen Prüfungen, welche ich dort aufführte.

Den geringsten Werth hat die Prüfung an der Grenze heller und dunkler Stellen des Fussbodens. Wer seine Hunde häufig sieht, macht die Prüfung hin und wieder unwillkürlich infolge des Sonnenscheines oder des Lampenlichtes. Breitet man, wie Hr. Goltz, weisses Papier oder Leinwand am Boden aus, so kann man die Prüfung zu jeder Zeit und an jeder Stelle vornehmen; und nur äusserst selten macht sich dabei der Übelstand geltend, dass der Hund, wenn er die Schnauze oder den Fuss vorsichtig vorschiebt, durch den Tastsinn von der Veränderung des Bodens Kenntniss erhält. Für die tägliche Prüfung mehrerer Hunde habe ich es vortheilhaft gefunden, im dunkeln Fussboden des Beobachtungsraumes eine weiss angestrichene Stelle zu haben. Gleichviel nun wie man die Prüfung anstellen mag, in allen Fällen, in welchen sie erfolgreich ist, reicht es auch schon aus, dass man die Hand, den Stock, ein Tuch u. dgl. in den verschiedensten Richtungen nahe bei den Augen des Hundes vorbeibewegt: immer wird durch die Kopfbewegungen des Hundes sein Sehen kundgethan. Ja, man braucht solchem Hunde bloss wiederholt zur Fütterung Fleischstücke auf den Boden zu werfen: er sucht zuerst wohl immer schnüffelnd nach, später aber geht er öfters aus der Entfernung gerade auf ein Fleischstück zu und nimmt es auf; er

* Pflüger's Arch. Bd. 26. 1881. S. 7—8; Bd. 34. 1884. S. 493.

** Ebenda, Bd. 26. 1881. S. 7; Bd. 34. 1884. S. 491. — Transact. etc. 1881. Physiology p. 26, 34.

*** Transact. etc. 1881. Physiology p. 38. — Vergl. Goltz, ebenda, S. 24.

erkennt dabei nicht das Fleisch, denn auch durch Zeuglappen, Schwammstücke u. dgl., mit den Fleischstücken untermischt, wird er zu den gleichen Bewegungen veranlasst, aber er sieht die Stücke auf dem Fussboden. Hat so die vermeintlich feine Fussbodenprüfung vor den Prüfungen, auf welche man zunächst verfällt, schon nichts voraus, so steht sie weiter den letzteren sogar noch nach. Denn sie versagt ganz regelmässig in gewissen Fällen, in welchen die angegebenen näherliegenden Prüfungen noch sicher das Sehen ermitteln lassen: ebensowohl wenn die Reste des Gesichtssinnes sehr klein sind, wie, wenn es hintere Partien der Sehsphären waren, welche der Exstirpation entgingen, schon bei grösseren Resten.

Besser ist die Prüfung mit Verdecken der Augen. Natürlich darf man nicht die Augen mit Heftpflaster verkleben, wie Hr. Goltz es noch zuletzt bei dem „vorzugsweise verwertheten“ Hunde that, oder dem Hunde eine Kappe über den Kopf ziehen, wie es bei der Goltzschen Demonstration in London geschah, sondern man muss gerade umgekehrt es zu verhüten streben, dass der Hund für die Dauer unangenehme Hautempfindungen hat oder in seinen gewohnten Bewegungen der Augenlider und der Augen gehindert ist. Man kommt schon damit aus, dass man zwei grosse lockere Wattepfröpfe zu beiden Seiten der Nase auflegt und mit einem Tuche befestigt, das breit über Stirn und Nase, schmal am Halse verläuft. Doch habe ich auch ein Drahtgestell verwandt, das nach Art eines Maulkorbes um Hals und Nacken gelegt, nirgend weiter das Thier berührte, Schnauze und Unterkiefer ganz frei liess und durch die der Stirn und dem Oberkiefer angepasste Krümmung der Drähte mittels zweier an diesen befindlichen Tuchlappen das Gesicht zu verdecken oder freizulegen gestattete, ohne dass für den Hund anders als hinsichtlich des Lichtes eine Veränderung eintrat. Zuerst sind alle Hunde unwirsch, auch wenn bei Anlegung des Drahtgestelles die Augen gar nicht verdeckt wurden; die Zuthat am Kopfe ist ihnen natürlich lästig. Doch weiter stellen sich Verschiedenheiten heraus. Die einen Hunde haben sich bald in die Zuthat gefunden, kaum dass man einigemal die Pfote sanft zurückzuhalten nöthig hatte, und verrathen später höchstens dann und wann durch Schütteln mit dem Kopfe das Unbehagen, das die Zuthat ihnen noch verursacht; sie gehen mit dem Tuche nicht anders wie ohne dasselbe, im Falle des Drahtgestelles mit verdeckten ebenso wie mit freien Augen, und keinerlei Unterschied in ihrem Verhalten ist aufzufinden, ob Licht in ihre Augen fällt oder nicht. Bei öfterer Wiederholung der Prüfung geben diese Hunde sogar auch den anfänglichen Widerstand gegen das Anlegen des Tuches oder des Drahtgestelles auf. Die anderen Hunde dagegen widerstreben nur in dem Falle nicht lange, dass beim Anlegen des Drahtgestelles die Augen frei geblieben sind; sie setzen ihr gewohntes Gehen fort, hören auf den Zuruf,

suchen nach Fleisch u. s. w. Sind ihnen aber die Augen auf die eine oder die andere Weise verdeckt worden, so bleiben sie eifrig bei den Bemühungen, mit der Pfote die Decke vor den Augen zu beseitigen, und nur durch Anschreien und Prügel sind sie dahin zu bringen, dass sie die Bemühungen aufgeben; doch rühren sie sich jetzt nicht von der Stelle, setzen sich oder legen sich gar platt auf den Bauch, auch wenn sie dergleichen nie sonst im Beobachtungsraume thaten. Unter Umständen, wenn sie hungerig sind, lassen sie sich schliesslich doch noch zum Gehen bewegen, dadurch dass man sie Fleisch riechen lässt; aber sie gehen dann ungeschickt, manchmal wie tölpelhaft, stossen an alle Hindernisse an und nehmen den Versuch, die Decke von den Augen zu entfernen, alsbald wieder auf. So stellt für die letzteren Hunde das Verdecken der Augen ausser Zweifel, dass sie sehen können, und das Sehvermögen ist durch diese Prüfung noch zu constatiren, wo die Fussbodenprüfung versagt. Aber bei allen diesen Hunden lässt sich wiederum das Sehen ebenso sicher und einfacher schon dadurch nachweisen, dass man die Hand, das Tuch u. dgl. in den verschiedensten Richtungen bei den Augen vorbeibewegt. Und auf der anderen Seite würde man irren, wenn man die ersteren Hunde auf grund des auffälligen Gegensatzes, in welchem ihr Verhalten zu dem der letztgeschilderten Hunde steht, alle für vollkommen blind ansehen wollte. Denn nur für einen Theil von ihnen trifft das wirklich zu; bei dem anderen Theile lassen sich anderweitig doch noch Reste des Sehvermögens entdecken, entweder schon mittels jener Bewegungen der Hand, des Tuches u. s. w. oder mittels der gleichen Bewegungen eines hellen Lichtes im dunkeln oder schwach erleuchteten Raume.

Hrn. Goltz' Täuschung springt also weniger in die Augen, als die seines Schülers, aber sie ist im grunde dieselbe; und auch Hr. Goltz hätte uns die längere Abwehr seiner Verdächtigung ersparen können, wenn er das Verhalten seiner Hunde bei Bewegungen der Hand oder des weissen Tuches vor ihren Augen hätte beachten wollen. Doch dürfte es vielleicht nicht nutzlos sein, dass ich die Prüfung mit Verdecken der Augen zu besprechen hatte, die ich im engen Rahmen meiner früheren Mittheilung nicht behandeln konnte. Jedenfalls bietet es Interesse, dass sich gezeigt hat, wie trotz den eifrigsten Bestrebungen — auch von meiner Seite — bessere Mittel, um die letzten Reste des Gesichtssinnes zu entdecken, sich nicht haben auffinden lassen, als ich schon früher anwandte und durch die Beispiele, die ich damals (S. 86) von nicht ganz geglückten Exstirpationen gab, gewissermassen handgreiflich in ihrem Werthe darthat.

Man hat sich aber nicht damit begnügt, die volle Blindheit meiner Hunde zu verdächtigen, sondern man ist ebenso vorgegangen gegen die Angaben im Eingange meiner Schilderung, welche die unversehrt erhal-

tenen Functionen betrafen. Ich hatte diese Functionen natürlich nur einfach aufzählen können; aber meine Angaben waren doch dadurch noch besonders verbürgt, dass meine voraufgegangenen Mittheilungen die feinsten Störungen in dem Bereiche aufgedeckt hatten und jede derartige Störung im vorliegenden Falle selbstverständlich ausgeschlossen erscheinen musste. Trotzdem hat man auch das normale Hören, Riechen, Schmecken, Fühlen meiner blinden Hunde in Frage gestellt. Soweit darin bloss sich wiederspiegelt, wie man im allgemeinen meine Sinnessphären der Grosshirnrinde, meinen Nachweis, dass die eine Rindenpartie dem Sehen, die andere dem Hören u. s. w. dient, seit Jahren bekämpft, brauchte ich an dieser Stelle nicht darauf einzugehen. Aber dem Angriffe kommt doch hier die besondere Bedeutung zu, dass er mittelbar wiederum gegen die volle Blindheit meiner Hunde wirkt. Denn wenn die Störungen nach Verletzung der Rinde immer die Sinne gemeinschaftlich betreffen, wenn die Rinde überall zu jedem Sinne in Beziehung steht oder doch nur, wie Hr. Goltz soweit zugegeben hat, innigere Beziehungen an gewissen Stellen zu gewissen Sinnen hat, dann kann es eben gar nicht sein, dass eine partielle Rindenexstirpation und zumal eine so beschränkte, wie es die Totalexstirpation der beiden Sehsphären verhältnissmässig doch immer nur ist, den gänzlichen Verlust eines Sinnes mit sich bringt. Soll nicht eine Lücke zurückbleiben, muss ich also auch noch diesen Angriff hier würdigen lassen. Und dafür will ich meinen heftigsten Gegner selber zu Hülfe rufen. Man kann wohl nicht weiter gehen, als dass man, was in ernster Forschung als Beobachtungen vorgetragen ist, sinnwidrige Annahmen nennt. „Es ist demnach sinnwidrig“, — sagt Hr. Goltz* — „wie das Munk thut, anzunehmen, dass bei Hunden mit zerstörten Hinterhauptslappen ausschliesslich der Gesichtssinn gestört sein soll. Solche Hunde haben vielmehr stets eine allgemeine Wahrnehmungsschwäche. Sie haben ein mangelhaftes Verständniss für alle Sinneseindrücke und wissen sie nicht für ein zweckmässiges Handeln zu verwerthen. Besonders auffällig ist der Mangel des Richtungssinnes.“ Man wird sehen, so wenig man auch zunächst es wird glauben mögen, dass Hr. Goltz, wo er dieses sagt, selber gerade die Bestätigung meiner Angaben geliefert hat.

Hrn. Goltz' Erfahrungen über die gleichzeitigen Störungen verschiedener Sinne waren schon immer in guter Uebereinstimmung mit meinen Ermittelungen gewesen, nach welchen, je mehr Sinnessphären durch die Operation und durch die nachfolgende Encephalomeningitis, wenn eine solche auftrat, angegriffen worden waren, desto mehr Sinne zugleich Störungen darbieten und die Störungen jedes einzelnen Sinnes in ihrem Umfange dem Umfange der Verletzung der zugehörigen Sinnes-

* Pflüger's Arch. Bd. 34. 1884. S. 498.

sphären entsprechen mussten. Hrn. Goltz' erste grosse Ausspülungen der Convexität hatten Seh- und Fühlstörungen geliefert; als in Erfüllung seines Wunsches* „gezeigt war, wo das Hörvermögen thront", hatte das laterale Tiefergreifen der Verstümmelung Hörstörungen hinzugefügt; wo vornehmlich die hintere Hälfte der Convexität verletzt worden war, hatten die Sehstörungen auffallend überwogen; wo der Angriff besonders die vordere Hälfte der Convexität getroffen hatte, waren die Seh- und Hörstörungen zurückgetreten gegen die Fühlstörungen; u. s. w. Auch liessen sich aus den gesammten Goltz'schen Mittheilungen lehrreiche Reihen von Versuchen zusammenstellen, in welchen mit einer regelmässig wiederkehrenden ungefähr gleichen Rindenverletzung eine immer grössere Verstümmelung der übrigen Rinde zusammenfiel: man sah dann z. B., wenn man die hintere Rinde der Convexität als Ausgangspunkt nahm, mit den Sehstörungen in immer grösserem Masse die Fühlstörungen sich verbinden, gerade wie ich für den Fall einer von der hinteren Operationsstelle her sich ausbreitenden Entzündung es beschrieben hatte, dass zu den einen Störungen die anderen sich hinzugesellten. Aber zu einer Übereinstimmung der unmittelbaren Versuchsergebnisse hatte es nicht kommen können, weil mich die Tendenz meiner Untersuchung auf kleine und peinlichst auf den Bereich einzelner Sinnessphären eingeschränkte Verletzungen geführt hatte, während die Goltz'schen Verletzungen immer grössere Rindenpartien ohne Rücksicht auf die Grenzen der Sinnessphären betrafen. Nur wenn Hr. Goltz noch weiter in der Einengung seiner Rindenläsionen fortschritt und diese einmal auf einzelne Sinnessphären sich erstreckten, standen auch gleiche Beobachtungen an unseren Versuchsthieren zu erwarten.

Ein solcher Fall war aber gerade eingetreten, da Hr. Goltz den Hunden die Hinterhauptslappen abgetragen hatte. Dass hier mit der grauen Rindensubstanz mehr weisse Marksubstanz entfernt war, als sonst bei den Rindenexstirpationen, konnte bei der Lage der Hinterhauptslappen nichts zur Sache thun. Der „besonders zum Beweise benutzte" Hund, an welchen wir uns wiederum heften müssen, weil an ihn alle Goltz'schen Ausführungen geknüpft sind, entsprach meinen Hunden, welche beide Sehsphären verloren hatten, nur dass die vordersten Partien der Sehsphären an ihm erhalten waren. Das Functioniren dieser Partien gab sogar die erwünschte Gewissheit, welche Hrn. Goltz' Bericht zu liefern verabsäumt hatte, dass die Heilung der Wunde ohne üble Zufälle erfolgt war, dass nicht etwa durch eine weitergreifende Entzündung die Rinde in der Nachbarschaft der Exstirpationsstellen für die Dauer geschädigt war[147]. Allerdings hatte der Hund auch noch Theile der Hörsphären, ihre hinteren oberen Enden, durch die Operation eingebüsst;

* Pflüger's Arch. Bd. 14. 1877. S. 441.

denn während die Sehsphären ungefähr ebenso breit wie lang sind, hatte Hr. Goltz seine Hinterhauptslappen bei 30 bezw. 27 mm Länge in 42 mm Breite abgetragen und war somit in etwa 10 mm Länge in die lateralwärts von den Sehsphären gelegenen Hörsphären gerathen: aber solche kleinen Verletzungen der weit ausgedehnten Hörsphären brauchten nach meinen Ermittelungen merkliche dauernde Hörstörungen nicht zur Folge zu haben. Abgesehen davon, dass er nicht vollkommen blind sein konnte und noch etwas sah, musste also der Goltz'sche Hund dasselbe Verhalten bezüglich der Sinne darbieten, wie meine Hunde ohne Sehsphären; allerhöchstens durften etwa bei einer sehr verfeinerten Untersuchung an dem ersteren Hunde sich noch Hörstörungen ergeben, welche den letzteren Hunden fehlten.

Ich war daher nicht wenig überrascht, als ich auf den gewaltigen Gegensatz stiess, welchem die angeführten Goltz'schen Worte Ausdruck gaben. Der Gegensatz war unbegreiflich, wenn nicht doch, so unwahrscheinlich es auch war, dem Mehr oder Weniger, das von der weissen Marksubstanz entfernt war, eine einschneidende Bedeutung zukam. Indess widersprachen dem meine Erfahrungen unbedingt. Denn bei meinen Hunden, auch bei den zahlreichen mit unvollkommen exstirpirten Sehsphären, welche sich hier mit heranziehen liessen, hatte die Section herausgestellt, dass die weisse Marksubstanz in sehr wechselnder Dicke und an derselben Stelle bald in grösserer, bald in geringerer Dicke erhalten war, manchmal sogar stellenweise fehlte, so dass die bindegewebige Narbe an das Ependym heranreichte: und doch hatte in dem Verhalten der Hunde, auf das es hier ankam, nicht der geringste Unterschied sich bemerken lassen. Aber der Gegensatz fand auch bald in ganz anderer Richtung seine Lösung, als ich die Goltz'sche Schilderung seines Hundes mehr ins Auge fasste, indem sich ein Sachverhalt ergab, wie ihn jene Goltz'schen Worte nicht hatten ahnen lassen.

Der „besonders zum Beweise benutzte" Hund hörte, denn er stutzte, wenn er angerufen wurde; mitunter wedelte er auf liebkosenden Zuruf mit dem Schwanze; lockte man ihn durch freundlichen Zuruf heran, so schien er die Absicht zu haben, dem Rufe zu folgen, denn er nahm eine lebendigere Gangart an. Aber er floh nicht, wenn man ihn anschrie, und gab keine Furcht zu erkennen, wenn man ihm mit der Peitsche drohte; auch äusserte er keine Angst, wenn andere Hunde ihn anknurrten. Er hatte recht feinen Geruch; denn nicht nur roch er in der Entfernung von einem Schritte das Fleisch, wie aus seinen Kopfbewegungen hervorging, sondern er äusserte auch durch Schwanzwedeln und zierliche Bewegungen seines Kopfes und Körpers, ja selbst durch Freudensprünge sein Vergnügen, wenn er Hrn. Goltz' Hand roch und dieser ihn streichelte. Doch scheute er vor Chloroformdampf und Tabaksqualm nicht so zurück wie ein normaler Hund. Seine Tastempfindung schien un-

geschädigt; er empfand die leiseste Berührung seines Körpers und schien sogar zu erschrecken, wenn man ihn plötzlich betastete; niemals trat er mit den Füssen ins Leere.

Das sind sämmtliche Angaben, welche Hr. Goltz betreffs der übrigen Sinne ausser dem Gesichtssinne macht*; das sämmtliche Beobachtungen, welche er zur Stütze dessen beibringt, dass auch die Wahrnehmungen, die mit Hülfe der übrigen Sinne zufliessen, schwer geschädigt sind**; das sämmtliche Erfahrungen, aus welchen er schliesst, dass der Hund eine allgemeine Wahrnehmungsschwäche oder sogar, wie es in den Schlussbemerkungen heisst***, eine hochgradige solche Schwäche und ein mangelhaftes Verständniss für alle Sinneseindrücke hat†. Und dabei hat man die Gewissheit, dass Hr. Goltz um des Kampfes willen, den er gegen mich führt, mit allem Eifer nach Abnormitäten gesucht und keine, die er gefunden, aufzuzählen vergessen hat. Man sieht, von Störungen des Gefühls- und des Geschmackssinnes ist überhaupt nicht die Rede. Weiter zeigt es gar nicht eine Störung des Geruchssinnes an, dass der Hund, dessen Geruch sich im übrigen recht fein erwies, vor Chloroformdampf und Tabaksqualm „nicht so zurückscheute wie ein normaler Hund". Denn einmal giebt es ein typisches Zurückscheuen des normalen Hundes nicht, vielmehr reagiren die normalen Hunde selbst bei möglichst gleichmässiger Prüfung auf tausendfach verschiedene Weise, bieten sie vom leichten Wenden oder Rückwärtsnehmen des Kopfes bis zum tollen Fortspringen alle möglichen Variationen dar; andererseits war, wenn an dem fast blinden Hunde nur Reactionen geringeren Grades auftraten, die einfache und natürliche Erklärung schon dadurch gegeben, dass dieser Hund sich überhaupt anders bewegte, als der normale Hund, nicht wie dieser lief und sprang, sondern nur langsam ging††. Endlich ist auch nicht einmal eine Störung der Gehörswahrnehmung, sondern bloss das bemerkt, dass der Hund einiges Gehörte nicht verstand, während er anderes Gehörte wohl verstand. Mithin stellen sich die beträchtliche Schädigung auch aller übrigen Sinne ausser dem Gesichtssinne, die Schwäche der Sinneswahrnehmung und das Mangelhafte der Sinnesvorstellungen einfach als ganz grundlose Behauptungen heraus: wirklich aufgefunden hat Hr. Goltz nach seinen eigenen Angaben nichts weiter, als mässige Störungen im Bereiche der Gehörsvorstellungen.

Und nicht einmal das Vorhandensein solcher Hörstörungen lässt

---

* Pflüger's Arch. Bd. 34. 1884. S. 496—7. — Ich habe möglichst genau den Goltz'schen Wortlaut wiedergegeben.

** Ebenda, S. 496.

*** Ebenda, S. 503.

† S. o. S. 258.

†† Goltz, a. a. O. S. 491.

sich anerkennen. Oft genug sieht man normale Hunde, zumal solche, welche schon durch einen längeren Aufenthalt mit dem Laboratorium vertraut sind, sich nicht ängstigen, wenn andere Hunde sie anknurren, auch nicht sich fürchten und davonlaufen, wenn man mit der Peitsche knallt* oder sie anschreit, wofern sie die Peitsche, bezw. die das Anschreien begleitenden Bewegungen nicht sehen; und Hr. Goltz ist den Beweis schuldig geblieben, dass es bei dem „vorzugsweise verwertheten" Hunde wirklich um Abnormitäten, durch die Verstümmelung herbeigeführt, sich gehandelt hat. Wer so vielfach es erfahren hat, wie ich beim Studium der Seelen- und Rindentaubheit, wie auf einen beliebigen Zuruf ohne weiteres regelmässig Schwanzwedeln oder Näherkommen erfolgt, während es einer langen und sorgsamen Einübung des Hundes bedarf, damit er auf einen bestimmten Ruf sicher mit anderen Bewegungen antworte, wird erst recht an Hörstörungen bei dem Goltz'schen Hunde nicht denken mögen. Aber man könnte, wenn man wollte, trotzdem sogar jenen Ausfall einiger Gehörsvorstellungen zugeben, ohne dass unserer Sache Eintrag geschähe; denn wie wir sahen, würden jene Hörstörungen bei dem Goltz'schen Hunde im Vergleiche mit meinen Hunden nur deshalb hinzugekommen sein, weil dort auch zur Verletzung der Sehsphären eine solche der Hörsphären hinzugefügt war. Immer hat Hr. Goltz, mit seinem so vergeblichen Suchen nach Sinnesstörungen an seinem Hunde, für meine Angabe, dass am Hunde ohne Sehsphären Hören, Riechen, Schmecken, Fühlen normal sind, selber die schönste Bestätigung beigebracht.

Indem es so mit den Angriffen stand, welche mein Versuch mit Totalexstirpation der beiden Sehsphären erfahren hatte, habe ich begreiflich lange gezögert, dieselben zu besprechen. Ich musste mich dazu entschliessen, weil es auf diesem Gebiete, das so lange der Tummelplatz beliebiger wüster Eingriffe mit naturgemäss wechselnden und unverständlichen Ergebnissen war, sichtlich sehr schwer hält, der methodischen Untersuchung Eingang zu verschaffen und ihren regelmässigen und klaren Erfolgen Vertrauen zuzuwenden. Deshalb habe ich mich auch der ermüdenden Arbeit nicht entschlagen dürfen, längst abgethane Versuche immer von neuem zu wiederholen. Als Gewinn kann ich verzeichnen, was bei der Tragweite des Versuches nicht gering zu veranschlagen ist, dass ich den Versuch mit Totalexstirpation der beiden Sehsphären hinsichtlich der Sicherheit des Ergebnisses, der vollkommenen Blindheit bei Ungestörtheit der übrigen Sinne, jedem naturwissenschaftlichen Versuche an die Seite stellen darf. Das freilich ist nicht zu ändern, dass er

* Man muss annehmen, dass derart bei den bezüglichen Prüfungen dem fast blinden Goltz'schen Hunde mit der Peitsche „gedroht" worden ist. Vorher (ebenda, S. 490) hatte Goltz von einem „Bedrohen mit der Peitsche" gesprochen, wo die Peitsche dem Hunde nur gezeigt war.

immer ein Versuch bleibt, der in noch viel höherem Grade, als der Bell'sche Versuch oder die Magendie'sche Trigeminus-Durchschneidung, nicht jedermanns Sache ist.

III.

Gewissermassen anhangsweise habe ich noch zweierlei zu besprechen, das zwar nicht streng in den Bereich dessen fällt, was ich hier zu vertheidigen hatte, aber doch in sehr engen Beziehungen zu demselben steht.

Waren auch meine Untersuchungen der Grosshirnrinde immer auf die Sinneswahrnehmungen und die zunächst aus diesen hervorgehenden Sinnesvorstellungen gerichtet, so habe ich doch in einzelnen Fällen die höheren Functionen der Rinde nicht ganz ausser Acht lassen können und von der Intelligenz der Thiere gesprochen, Wo es zuerst geschah, in meiner vierten Mittheilung (S. 58), hatte ich die Intelligenz als den Inbegriff und die Resultirende aller aus den Sinneswahrnehmungen stammenden Vorstellungen definirt; ich liess die Intelligenz überall in der Grosshirnrinde ihren Sitz haben; ich liess jede Läsion der Grosshirnrinde die Intelligenz schädigen, und zwar durch den Ausfall derjenigen Gruppe einfacherer und verwickelterer Vorstellungen, welche die Sinneswahrnehmung der betroffenen Strecke zur Grundlage haben. Daraufhin habe ich in meiner sechsten Mittheilung bei der oben wiedergegebenen Schilderung am Schlusse ihres allgemeinen Theiles von meinen der Sehsphären beraubten Hunden gesagt: „normal ist auch die Intelligenz, soweit sie nicht den Gesichtssinn zur Grundlage hat; kurz, nichts ist abnorm, als das totale Fehlen des Gesichtssinnes". Und auch dagegen hat sich Hr. Goltz mit jenen Worten gewandt: „Es ist demnach sinnwidrig, wie das Munk thut, anzunehmen, dass bei Hunden mit zerstörten Hinterhauptslappen ausschliesslich der Gesichtssinn gestört sein soll. Solche Thiere haben vielmehr eine allgemeine Wahrnehmungsschwäche. Sie haben ein mangelhaftes Verständniss für alle Sinneseindrücke und wissen sie nicht für ein zweckmässiges Handeln zu verwerthen. Besonders auffällig ist der Mangel des Richtungssinnes."

Indem Hr. Goltz unmittelbar vor diesen Worten, im Gegensatze zu seinen Hunden mit zerstörten Hinterhauptslappen, das Verhalten eines „intelligenten aber blinden Hundes mit unversehrtem Hirn" vorgeführt hatte, war dem Leser der Glaube nahegelegt, dass nach meinen Angaben keinerlei Intelligenzstörung, nichts weiter als Blindheit durch den Verlust der Sehsphären bedingt wäre. Ein solcher Glaube konnte jedoch nur einen Augenblick bestehen, auch wenn man gar nicht von meiner Schilderung Kenntniss nahm; denn mein Seelenblindheitsversuch (S. 11, 29) war bekannt, und man musste sich erinnern, dass ich zu allererst als Folgen von partiellen Zerstörungen der Hinterhauptslappen gerade In-

telligenzstörungen im Bereiche des Gesichtssinnes nachgewiesen hatte, da doch das Erkennen des Gesehenen, welches dort fortgefallen war, als Akt der Intelligenz unbestritten ist. Hr. Goltz hat auch natürlich jenes Missverständniss nicht herbeiführen wollen[148], ebensowenig wie das entgegengesetzte, dass nach seinen Ermittelungen die Hunde mit zerstörten Hinterhauptslappen alle Sinneseindrücke nicht für ein zweckmässiges Handeln zu verwerthen wissen sollten; hatte er ja selber berichtet, wie der „vorzugsweise verwerthete“ Hund sein Vergnügen äusserte, wenn er die Goltz'sche Hand roch, nie mit den Füssen ins Leere trat u. dgl. m. Sondern Hr. Goltz ist hier dahin zu verstehen, dass er meiner Aussage, die Intelligenz sei bloss soweit gestört, als sie den Gesichtssinn zur Grundlage hat, entgegengestellt, dass allerlei Sinneseindrücke, Sinneseindrücke aller Sinne nicht zweckmässig verwerthet werden und besonders auffällig der Mangel des Richtungssinnes ist. Jedenfalls ist es nur dieser Widerspruch, welcher einer wissenschaftlichen Betrachtung unterliegen kann.

Wir machen dann die erfreuliche Wahrnehmung, welche wir um so mehr hervorheben müssen, als Hr. Goltz nicht mit einem Worte darauf hat hinweisen mögen, dass, was Hr. Goltz hierhergehöriges an seinen Hunden beobachtet hat, mit meinen Angaben bestens übereinstimmt. Stellen wir alles zusammen, worauf Hr. Goltz sich hier stützt, so sind es folgende vier Beobachtungen*:

1. Lockte man den „besonders zum Beweise benutzten“ Hund durch freundlichen Zuruf heran, so schien er die Absicht zu haben, dem Rufe zu folgen, denn er nahm eine lebendigere Gangart an; aber niemals gelang es ihm, in gerader Linie den Rufenden zu erreichen. Er fand sich gar nicht zurecht, sondern wanderte in ganz falschen Richtungen planlos herum.

2. Kam der Hund bei seinem Umherwandern unmittelbar bei seinem Futternapf vorbei, so hemmte er seine Schritte und frass. Passirte er jedoch den Napf in einer Entfernung von nur einem Schritte, so roch er wohl das Fleisch, wie aus seinen Kopfbewegungen hervorging, aber er vermochte nicht seiner Gangbewegung die zweckmässige Richtung zu geben. Er irrte planlos umher, entfernte sich vom Napfe, statt sich ihm zu nähern, und fand nur zufällig sein Futter.

3. Setzte man den Hund in eine Umzäunung, welche nur eine Höhe von 27^{cm} hatte, so gab er wohl durch Winseln dem Verlangen Ausdruck, aus seiner beengten Lage befreit zu werden, aber er wusste nicht herauszukommen, obwohl der Rand des Pferchs ihm nur an die Brust reichte, und obwohl er innerhalb seines hohen Käfigs sich stets von selbst aufrichtete. Auch nachdem es einmal geschehen war, dass er, als ein

---

* Pflüger's Arch. Bd. 34. 1884. S. 496—8. — Ich gebe auch hier überall möglichst genau den Wortlaut wieder.

zweiter Hund zu ihm in den Pferch gesetzt, sich mit ihm herumstiess, plötzlich die Vorderfüsse auf den Rand des Pferchs hob und unmittelbar darauf draussen war, vermochte er eine Stunde später wieder in den Pferch gesetzt nicht von selbst hinauszusteigen.

4. Öffnete man den Käfig, so sprang der Hund niemals von selbst hinaus, obwohl der Boden des Käfigs nur 40^{cm} über dem Boden des Zimmers lag, und man den Versuch gemacht hatte, ihn durch langsames Hinabsetzen seiner Vorderfüsse darüber zu belehren, wie gering der Sprung war, den er zu machen hatte.

Und in meiner oben wiedergegebenen Schilderung liest man: „Immer geht der Hund sehr langsam und zögernd. . . Häufig dreht er sich rechtsum und linksum im Bogen, ohne von der Stelle zu kommen; hat er auf den Zuruf die richtige Richtung eingeschlagen, so verliert er dieselbe bald; selbst in dem ihm vorher bestbekannten Raume fehlt ihm jede Orientirung. Zum Laufen, wie zum Springen ist er nie zu bewegen. Vor jeder Terrainschwierigkeit macht er halt oder kehrt er um. Nur gezwungen passirt er die Treppe, indem er Stufe für Stufe mit der Schnauze nachfühlt; hat er nicht die erste Stufe mit der Schnauze abgereicht, so lässt er sich eher jede Misshandlung gefallen, als dass er ein Bein setzt.“ Demgemäss lehren die Goltz'schen Beobachtungen nichts neues gegenüber meiner Schilderung, welche ihre Aufgabe, in knappster Form die wesentliche Charakteristik der Hunde zu geben, wie sich hier gerade zeigt, sehr wohl erfüllt hat.

Neu sind nur die Deutungen, welche Hr. Goltz seinen Beobachtungen giebt. Nach der ersten „leitet“ der Gehörssinn und nach der zweiten auch der Geruchssinn den Hund ohne Hinterhauptslappen „nicht so sicher wie einen normalen Hund“. Nach der dritten Beobachtung ist der Hund „nicht im Stande aus den Eindrücken des Tastsinns die Mittel zu einem zweckmässigen Handeln abzuleiten“; und dass „auch andere Erfahrungen bestätigen, dass es diesem Hunde an Entschlossenheit zu fehlen scheint, die Wahrnehmungen, welche er mit Hilfe des Tastsinns gewinnen könnte, zu einem zweckmässigen Handeln zu verwerthen“, ergiebt die vierte Beobachtung. Daher und weil ein „intelligenter aber blinder Hund mit unversehrtem Hirn“ sich vortrefflich zurechtzufinden wusste, in gerader Linie auf den Rufenden zukam, ohne weiteres über den Rand des Pferches und aus dem Käfig hinaussetzte, sogar ohne Besinnen von einem Stuhle und selbst von einem Tische heruntersprang u. s. w., kommt Hr. Goltz zu dem Widerspruche, der uns beschäftigt.

Aber dieses ganze Vorgehen von Hrn. Goltz ist offenbar ein rein willkürliches. Ein blinder Hund ohne alle und jede Intelligenzstörung wird zur Vergleichung herangezogen mit dem Hunde, der nach Hrn. Goltz „sieht, vielleicht sogar ganz gut sieht und nur ausser Stande

ist, die Dinge zu erkennen"*, oder mit meinen Hunden, welche nicht bloss blind sind, sondern auch die Intelligenz, soweit sie den Gesichtssinn zur Grundlage hat, eingebüsst haben! Dass der „besonders zum Beweise benutzte" Hund auf den Zuruf nicht richtig sich wandte, ist nicht gesagt und konnte nicht gesagt werden, es gelang nur dem Hunde niemals, in gerader Linie den Rufenden zu erreichen: und doch war es, nach verhalltem Rufe, der Gehörssinn, der den Hund nicht sicher leitete! Weil der umherwandernde Hund aus der Entfernung von einem Schritte den Futternapf nicht mittels Riechens fand, „vermochte er nicht die Witterung dazu zu verwerthen, um seiner Gangbewegung die zweckmässige Richtung zu geben"; und da er bei einem geringeren Abstande des Napfes dasselbe doch vermochte, indem er dann seine Schritte hemmte und frass, leitete ihn der Geruchssinn nicht so sicher wie einen normalen Hund! Aber dass der normale Hund aus der Entfernung von einem Schritte durch die Witterung, wenn er auf sie allein angewiesen ist, immer oder in der Regel auf den Napf zugeführt wird, nicht umherirrt, nicht sich vom Napfe entfernt, statt sich ihm zu nähern, ist aus gutem Grunde nicht gesagt; und wir erfahren auch vom blinden Vergleichshunde nichts weiter, als dass er, wenn man ihm den Napf während des Fressens wegnahm, schnüffelnd der Bewegung des Napfes folgte und fast augenblicklich den Napf erreichte, so wie man ihn niedersetzte. Ja, schon mit der allerersten Vorbedingung für die sichere Leitung des Geruchssinnes hatte es bei dem „besonders zum Beweise benutzten" Hunde eine eigene Bewandtniss. Denn nicht nur ging es für Hrn. Goltz bloss aus den „Kopfbewegungen" hervor, dass der Hund aus der Entfernung von einem Schritte „das Fleisch wohl roch", und ist von dem einzig zuverlässigen Merkmale, dem Schnüffeln, das bei blinden oder schlecht sehenden Hunden stets sich einstellt, wenn sie das Futter riechen, nicht die Rede; sondern wir hören sogar an einer früheren Stelle** von Hrn. Goltz selber, dass ebendieser Hund die Nahrung durch den Geruch nur erkannte, wenn er unmittelbar mit der Nase an dem Napfe vorbeistreifte. Endlich weil der Hund, der „nie lief, sondern nur langsam ging"***, auch nicht sprang, weil er ohne Noth nicht aus dem Pferche oder dem Käfig heraussprang, vermochte er nicht aus den Eindrücken des Tastsinnes die Mittel zu einem zweckmässigen Handeln abzuleiten, trotz-

* Pflüger's Arch. Bd. 34. 1884. S. 491.

** Ebenda, S. 490—1: „Setzt man den weissen Futternapf, aus welchem der Hund täglich frisst, in einiger Entfernung von ihm auf den Fussboden, während das Thier im Zimmer umher geht, so nimmt er auch den Futternapf nicht wahr, sondern wandert planlos weiter. Nur wenn er zufällig unmittelbar mit der Nase an dem Napfe vorbeistreift, erkennt er die Nahrung durch den Geruch, hemmt seine Schritte und frisst die Schale leer."

*** Ebenda, S. 491.

dem dass er nie mit den Füssen ins Leere trat, und trotzdem dass er in seinem hohen Käfig sich von selbst aufrichtete, um hinüberzuschauen!

Stellen sich derart die Dinge schon bei der ersten Betrachtung dar, so werden sie noch viel bunter, wenn man den „Richtungssinn" hinzuzieht, mit welchem hier Hr. Goltz die Physiologie bereichert hat, die „Entschlossenheit", welche er mit ins Spiel gebracht hat, u. a. m. Indess auf alles das noch einzugehen, habe ich keinen Anlass, da man schon mehr als zur genüge übersieht, was es auch mit diesem Goltzschen Widerspruche auf sich hat. Andere Anzeichen von Störung der Intelligenz, als im speciellen Theile meiner Schilderung enthalten sind, habe ich auch bei der monate- und jahrelangen Untersuchung der neuen Hunde nicht gefunden. Diese Erfahrungen aber, welche man gleichmässig an allen der Sehsphären beraubten Hunden betreffs ihrer Orientirung im Raume macht, lassen keine andere Deutung zu, als dass der Hund durch den Verlust der Sehsphären ausser den einfacheren Gesichtsvorstellungen auch die aus den Gesichtswahrnehmungen hervorgegangenen Raumvorstellungen eingebüsst hat und in der Folge mittels des Gefühlssinnes neue Raumvorstellungen gewinnt. Ich komme darauf an einer passenden Stelle ausführlicher zurück; jetzt mag ich nicht säumen, mit Dringlicherem abzuschliessen.

Wie ich im Eingange erwähnte, hat Hr. Goltz es für nöthig gehalten, der etwaigen Annahme meiner „Anhänger", sein „besonders zum Beweise benutzter" Hund habe noch ein Restchen der Sehsphäre besessen, zuvorzukommen, und darum sogleich auch das Fehlen eines „riesigen Netzhautdefectes" mir entgegengestellt. Nun wird es, nachdem Hr. Goltz so vieler Jahre bedurft hat, um die Hemianopsie nach Verstümmelung eines Hinterhauptslappens wiederzufinden, im allgemeinen gewiss verständlich sein, dass er bis zur Bestätigung auch der feineren Verbindungen, welche zwischen den Sehsphären- und den Retinapartien bestehen, noch nicht gelangt ist. Aber man wird doch jene Goltz'sche Angabe besonders befremdlich finden, weil nicht bloss nach meinen Ermittelungen eine grosse Beschränkung des Gesichtsfeldes vorhanden sein musste, der Hund, an welchem nur die vordersten Sehsphärenpartien erhalten waren, bloss noch mit den obersten Retinapartien sehen durfte, sondern auch nach meinen Darlegungen die Aufdeckung eines solchen Gesichtsfeldrestes besondere Schwierigkeiten gar nicht bieten konnte. Mit Recht wird man deshalb, um alles klar zu übersehen, auch hier noch den nöthigen Aufschluss wünschen.

Ihn liefert zunächst Hrn. Goltz' Eigenheit, wie sie uns bereits bekannt geworden ist, reine Beobachtungen und überhaupt thatsächliche Angaben auf dem Wege zu bestreiten, dass er durchaus nicht dieselben, sondern ganz andere Eingriffe und Versuche macht. Von diesem Princip ist Hr. Goltz auch im vorliegenden Falle nicht abgewichen. Ich hatte

wohl im Gefolge der verschiedenen partiellen Sehsphärenexstirpationen einzelne feinere Verschiedenheiten in der Haltung und den Bewegungen der Thiere angemerkt, doch hatte ich das Sehen mit den einen, das Nichtsehen mit den anderen Retinapartien überall durch das Halten und Bewegen, das Niederlegen und Werfen von Gegenständen vor den Augen der Thiere, wie der Hand, des Stockes, des Lichtes, der Fleischstücke u. s. w., constatirt. Das nächstliegende und allgemein gebräuchliche Verfahren hatte sich eben als das beste und zuverlässigste bewährt. Auch war es mit Hülfe desselben Verfahrens seitdem Hrn. Goltz gelungen, von der Hemianopsie nach Verstümmelung eines Hinterhauptslappens sich zu überzeugen. Trotzdem hat Hr. Goltz gerade dieses Verfahren bei seinem „besonders zum Beweise benutzten“ Hunde nicht in Anwendung bringen mögen. Auffallen kann daher nur, wie Hr. Goltz sich hier des richtigen und bewährten Mittels entschlug: dass er ohne das Mittel nicht den Sachverhalt zu erkennen vermochte, kann nicht wunder nehmen.

Aber noch anderes lehrt die nähere Betrachtung dessen, was Hr. Goltz gegen den Netzhautdefect beigebracht hat. Ich muss dafür seine Ausführung im Zusammenhange wiedergeben, will ich nicht Gefahr laufen, dass meiner Zerstückelung die Unklarheiten zugeschrieben werden. „Nach der Erklärungsweise Munk's“, sagt Hr. Goltz*, „müsste mein Hund sich verhalten wie ein Thier mit ungeheurem Netzhautdefect, da er im besten Fall nur einen kleinen Fetzen des Netzhautabklatsches besitzt, welchen Munk auf die Oberfläche des Gehirns zeichnet. Der Hund sieht aber gar nicht wie ein Thier oder ein Mensch mit Netzhautdefect. Er müsste wunderliche Verdrehungen des Kopfes oder der Augen machen, wenn er alle die Dinge trotz eines riesigen Netzhautdefectes sehen wollte, die er wirklich sieht. Schreitet er auf den Papierstreif mit horizontal gerichtetem Kopfe zu, so muss sich der Streif im oberen Theil seiner Netzhaut abbilden. Er nimmt ihn wahr, also functioniren die oberen Hälften der Netzhäute noch. Dann neigt das Thier den Kopf, wie um das Papier genau zu betrachten, wobei der Streif zweifellos gerade quer über der Stelle des deutlichsten Sehens abgebildet wird und mit dieser geneigten Kopfstellung weiter schreitend vermeidet das Thier den Streifen. Es ist also zweifellos, dass dieser Hund mit Hilfe derselben Netzhautstellen sieht, die der gesunde Hund zum deutlichen Sehen verwerthet. Ausserdem haben wir durch Versuche festgestellt, dass der Hund ein in einiger Höhe über dem Erdboden in senkrechter Richtung angebrachtes Tuch mit derselben Sicherheit vermeidet, wie den auf dem Erdboden befestigten Streifen. Das Tuch musste sich auf ganz anderen

* Pflüger's Arch. Bd. 34. 1884. S. 494—5.

niedrigeren Netzhautstellen abbilden als der Papierstreif. Diese Thatsachen widersprechen also den willkürlichen Annahmen Munk's."

Weil der Hund das Tuch in einiger Höhe ebenso sicher vermied wie den Streifen am Boden, sollen wir also glauben, dass er mit den unteren wie mit den oberen Netzhautstellen sah, obwohl von der Gleichzeitigkeit von beiderlei Vermeiden nicht die Rede ist, obwohl an eine Unbeweglichkeit der Augen und des Kopfes nicht zu denken ist, obwohl im Gegensatze zu der sonstigen Exactität, welche Hund, Lappen, Käfig genau messen liess, nicht einmal die Höhe des Tuches über dem Boden bestimmt ist. Auch soll es uns vom Fehlen des Netzhautdefectes überzeugen, dass der Hund nicht für sein Sehen wunderliche Verdrehungen des Kopfes oder der Augen machte, obwohl eine andauernde ausserordentliche Neugier des Hundes gar nicht sich begreifen liesse, und obwohl das Fehlerhafte der Goltz'schen Voraussetzung schon längst durch meine Versuche erwiesen war, bei welchen nie solche Verdrehungen vorkamen, auch wenn ich den Netzhautdefect noch so gross fand, sondern lediglich auf einen besonderen Anlass — den Zuruf, ein Geräusch, das plötzliche Erscheinen eines Lichtes im Gesichtsfeldreste u. s. w. — die passende Wendung oder Drehung des Kopfes eintrat*. Hr. Goltz muthet uns da zu viel zu; aber das ist schliesslich doch das unbilligste Verlangen, dass wir auch noch in dem Verhalten des Hundes vor dem Streifen eine Widerlegung des Netzhautdefectes sehen sollen. Denn dieses Verhalten war ja gerade so, wie es zu erwarten stand, wenn der Hund nur noch mit den obersten Retinapartien zu sehen vermochte. Ein ruhig einhergehender Hund mit normalem Gesichtsfelde musste den Streifen schon aus grösserer Entfernung mit den unteren Netzhauthälften sehen und wenn derselbe seine Aufmerksamkeit erregte, die Stellen des deutlichsten Sehens auf ihn einstellen; er musste dann während seiner Annäherung mittels ganz allmählicher Senkung der Augen und des Kopfes das Bild des Streifens auf den Stellen des deutlichsten Sehens festhalten. Am Goltz'schen Hunde dagegen musste schon auffallen, dass er „mit horizontal gerichtetem Kopfe" auf den Papierstreifen zuschritt, weil ich es für solche Hunde, welche nur noch vordere Sehsphärenpartien besassen und nur noch mit oberen Netzhautstellen sahen, als eine Eigenthümlichkeit beschrieben hatte (S. 72), dass sie den Kopf höher als normal, mehr gegen den Nacken zurückgezogen trugen. Und wenn nun der Hund, wie wir an einer anderen Stelle** von Hrn. Goltz erfahren, „bei seiner langsamen Wanderung in die Nähe des Streifens gekommen stutzte", also erst in der Nähe plötzlich des Streifens gewahr wurde, wenn er derzeit das Bild des Streifens auf den oberen Netzhauthälften hatte, wenn er

* S. o. S. 70—2, 86—7.

** Pflüger's Arch. Bd. 34. 1884. S. 491.

dann auf dem kurzen Wege zum Streifen den Kopf beträchtlich neigte oder senkte, wenn er endlich, sich zur Seite wendend, mit dieser geneigten Kopfstellung am Rande des Streifens entlang ging, dann konnte es nicht anders sein, als dass er ein sehr beschränktes Gesichtsfeld hatte und nur noch mit den obersten Retinapartien den Streifen sah, den er vermeiden zu müssen glaubte.

Ich habe die Richtigkeit der Überlegung durch den Versuch erprobt. An zwei Hunden habe ich die Sehsphären derart unvollkommen exstirpirt, dass ich bei dem einen Hunde von einer Sehsphäre, bei dem anderen von beiden Sehsphären die vorderste Partie in 2—3^{mm} Breite zurückliess. Zwei andere solche Hunde lieferte mir die Serie verunglückter Totalexstirpationen, von welcher ich oben S. 250 gesprochen habe; hier waren die beiderseits stehengebliebenen vorderen Sehsphärenstücke schmaler und kürzer. An dreien von diesen Hunden war alles so zu beobachten, wie ich es eben zusammenstellte: sie trugen den Kopf abnorm hoch; sie stutzten plötzlich, wenn sie auf etwa einen halben Meter dem Streifen nahegekommen waren; sie senkten beim Weitergehen rasch und beträchtlich den Kopf, bis sie den Streifen erreicht hatten; sie gingen mit unveränderter Kopfstellung den Rand des Streifens entlang; sie nahmen die ursprüngliche Kopfstellung wieder an, sobald sie an das Ende des Streifens gelangt waren oder schon vorher von dem Streifen sich entfernt hatten. Mit dem Bewegen u. s. w. von Gegenständen vor den Augen der Hunde war es leicht zu erweisen, dass sie nur mit den obersten Retinapartien sahen. Auch nahmen sie das Fleischstück vom Boden in der charakteristischen Weise* auf, dass sie gewissermassen von obenher auf das Stück losschossen, den Kopf abnorm steil von oben nach unten führten. Der vierte Hund zeigte dasselbe Verhalten, nur mit folgender Abweichung. Wenn er unter Senkung des Kopfes den Streifen erreicht hatte, blieb er eine kurze Zeit dicht vor dem Rande des Streifens stehen, hob dann plötzlich den Kopf, streckte sich und überschritt, weit mit den Vorderbeinen ausgreifend, den Streifen, ohne ihn zu berühren; er sprang also nicht, sondern setzte so über den Streifen, wie ein normaler Hund im Schritt einen schmalen Graben nimmt. Die Breite des Streifens entsprach der gewöhnlichen Länge der Schreibpapierbogen (33^{cm}); das Verhalten des Hundes breiteren Streifen gegenüber zu verfolgen, habe ich leider verabsäumt. Dieser Hund war der grösste unter den vier Hunden, doch hatte er auch, wenigstens auf der einen Seite, das breiteste Sehsphärenstück behalten; so dass dahingestellt bleiben muss, ob dem einen oder dem anderen Umstande, vielleicht auch beiden zugleich die interessante Abweichung zuzuschreiben ist. Wo der vordere Sehsphärenrest eine solche Breite hatte, dass er ein Stück derjenigen Partie

* S. o. S. 72.

mit umfasste, deren Exstirpation Seelenblindheit erzeugt (A_1, Fig. 1 und 2), blieb der Hund ebenso unbeeinflusst vom Streifen, wie in den Fällen, von welchen ich schon früher zu sprechen hatte, wenn das stehengebliebene Sehsphärenstück sehr klein war oder das erhaltene grössere Sehsphärenstück der hinteren Hälfte der Sehsphäre angehörte.

Die Goltz'sche Beobachtung tritt also wiederum gerade für die Richtigkeit der Lehren ein, welche sie schlagend widerlegen sollte. Sie thut nicht bloss von neuem dar, was wir schon zu Anfang anderweitig festgestellt haben, dass an dem „besonders zum Beweise benutzten" Hunde die vorderste Sehsphärenpartie zurückgeblieben war, sondern sie deckt sogar noch klar die Verbindung auf, welche zwischen der vordersten Sehsphärenpartie und der obersten Retinapartie besteht.

Anmerkungen.

[141] Dass ich hiermit nicht zu viel, sondern zu wenig gesagt habe, beweist Goltz' weitere Mittheilung über den „Musterfall" in Pflüger's Arch. Bd. 42. 1888. S. 453: „Gern hätte ich, um den Leser schnell zu orientiren, nachträglich eine Abbildung jenes Hundes gebracht, der nach Munk noch ein Stück Sehsphäre besitzen sollte. Die weitere Geschichte des Falles *machte es mir unmöglich, diesen Wunsch auszuführen.* Nachdem nämlich jener Hund sich Monate hindurch in dem Zustande gehalten hatte, wie ich ihn beschrieben habe, wurde das Thier allmälig noch viel stumpfsinniger. Der Hund wurde auffallend träge und liess sich sehr schwer zum Gehen bewegen. Die Proben, durch welche vor der Verschlimmerung seines Zustandes so überzeugend dargethan werden konnte, dass das Thier ein eingebildetes Hinderniss, z. B. einen auf dem Boden liegenden weissen Papierbogen beim Gehen vermied, wurden täglich unsicherer. Endlich versagten die obenerwähnten Proben auf Sehvermögen ganz. Das Thier war anscheinend vollständig blind geworden. *Unter diesen Umständen lag nichts mehr daran, das Gehirn des Hundes in dem Zustande zu lassen, wie es war, da es doch als Beweisstück nicht mehr dienen konnte. Ich hätte ja nur ein Gehirn abbilden können, dessen Besitzer vor dem Tode blind war. Daher* beschloss ich, den Hund zu einem anderen Versuch zu verwenden und nahm ihm links noch die sogenannte motorische Zone fort. Das Thier erlag diesem neuen Eingriff. Nach seinem Tode fand sich in beiden Seitenventrikeln eine alte Eiteransammlung mit erweichter Umgebung. Zweifellos hatte die schleichende Entzündung, welche mit dieser Abscessbildung einherging, den Verlust des Sehvermögens verschuldet."

Kein Sachverständiger wird begreiflich finden, was er hier liest. Sicher beruhte die allmähliche Zunahme der Störungen auf einer schleichenden Entzündung, die eingetreten war. Aber warum wurde nicht der erkrankte und darum für die fernere Beobachtung unbrauchbar gewordene Hund ehestens getödtet, um den Umfang der wirklich ausgeführten Verletzung zu bestimmen, um nachzuweisen, dass wirklich meine Sehsphäre in ihrer ganzen Ausdehnung beiderseits entfernt war? Und wenn etwa noch in der ersten Zeit nach der Erkrankung des Hundes an die Möglichkeit einer völligen Rückbildung der Entzündung gedacht worden ist, warum wurde denn nicht der Hund später zur Section gebracht, als jede solche Hoffnung hatte aufgegeben werden müssen, als der Hund völlig erblindet war und blind blieb? Die entzündete Hirnrinde schmilzt doch nicht, verschwindet doch nicht, sondern wird nur degenerirt, weicher, gelblich, und daher hätte sich noch lange mit Sicherheit fest-

stellen lassen, wieviel vom Hirne bei den Operationen wirklich abgeschnitten worden war. Wie weit die Hirnrinde unversehrt sein müsse, damit ein Hund nicht ganz blind sei, das konnte die Section allerdings nicht mehr ergeben; aber wohl noch konnte das Gehirn als Beweisstück für das dienen, worauf allein es hier ankam, dass Goltz die Schnitte so ausgeführt hatte, wie er sie beschrieb, dass nicht auch bei diesem gegen mich ins Feld geführten „Musterfalle" so grobe Täuschungen über den Umfang der Verletzung vorgekommen waren, wie sie die Goltzschen Gehirn-Bilder zeigen, und wie sie die Sectionen derjenigen Hunde aufgedeckt haben, welche Goltz auf dem internationalen medicinischen Congresse in London 1881 und auf dem Congresse für innere Medicin in Berlin 1884 demonstrirt hatte. Muss es unter diesen Umständen nicht geradezu verblüffend wirken, dass man von Goltz hört: „*Daher* beschloss ich, den Hund zu einem anderen Versuch zu verwenden u. s. w."? Also ein schwer und lange kranker Hund sollte zu weiteren Studien über die Folgen von Hirn-Abtragungen dienen und zudem gerade derjenige Hund, bei welchem als dem „Musterfalle" jede weitere mechanische Verletzung des Gehirnes sorgsam hintenanzuhalten war! Nun war mit der neuen Fortnahme der sog. motorischen Zone jedenfalls die linke Hemisphäre unbrauchbar geworden. Aber warum erfährt man gar nichts von der rechten Hemisphäre, die doch noch verwerthbar blieb? Und warum bildet Goltz wieder nicht die beiden abgeschnittenen Hinterhauptslappen des Hundes ab, die in Chromsäure aufbewahrt worden waren, da er doch sonst zu seiner Abhandlung vom Jahre 1888 viel weniger wichtige Abbildungen giebt? Ich weiss nicht, wenn ich alles hier und oben im Texte Gesagte zusammennehme, was wohl noch mehr hätte geschehen können, um den Goltz'schen „Musterfall" recht im Dunkel zu halten.

Vermuthlich als Ersatz giebt Goltz in Fig. 4 seiner Abhandlung vom Jahre 1888 die Photographie des Hirnes von einem Hunde, „bei welchem das Zerstörungsgebiet nach vorn bis in die unmittelbare Nähe des Gyrus sigmoideus heranreicht" (S. 454). Das grosse Zerstörungsgebiet lässt die Photographie wohl erkennen, aber darüber, dass in das Gebiet die ganzen Sehsphären fielen und diese wirklich allerorten ganz vernichtet waren, giebt sie keinen Aufschluss. Soweit überhaupt ein Urtheil zu gewinnen ist, möchte ich im Gegentheile glauben, dass die Abbildung mindestens rechterseits einen ansehnlichen Theil der Sehsphäre erhalten zeigt. Im übrigen geht, dass die Sehsphären hier nicht ganz exstirpirt waren, schon daraus hervor, dass dieser Hund den Musterhund sogar noch im Sehen übertraf. Denn „er wich mit voller Sicherheit *allen* ihm in den Weg gestellten Hindernissen aus" (S. 454), während der Musterhund doch bloss „im Wege stehende Hindernisse *meistens* gut vermied und nur selten anstiess" (Pflüger's Arch. Bd. 34. 1884. S. 491).

[142] Ursprünglich hatte ich in dieser Mittheilung, meiner Gewohnheit entgegen, die Windungen in der Richtung von der Fossa Sylvii zur Falx gezählt. Ich habe die Abweichung im vorliegenden Texte beseitigt.

[143] Diese Messungen waren von mir zum Vergleiche mit Goltz' „vorzugsweise verwerthetem" Hunde gemacht worden, für welchen einfach die Länge der Hinterhauptslappen in sagittaler Richtung angegeben war; und daher unterlag es keinem Bedenken, den kürzesten Abstand, wie ich es im Texte ausdrücklich sage, an der Oberfläche der Grosshirnhemisphäre zu bestimmen. Ich habe aber, als ich die Mittheilung niederschrieb, den Angaben von Goltz für den „vorzugsweise verwertheten" Hund oben (S. 245) noch andere „ähnlich lautende" Angaben hinzugefügt, welche Goltz für die Fälle gemacht hatte, in welchen bloss ein Hinterhauptslappen abgetragen wurde. Diese Angaben waren mir von Werth wegen des Geständnisses, dass Goltz die vordere Grenze des Hinterhauptslappens für die Exstirpation willkürlich gewählt hatte, und ich übersah, dass es bei diesen Fällen heisst, dass in

der Luftlinie gemessen war. So habe ich mir, indem ich jede weitere Bemerkung bezüglich dieser Art der Messung unterliess, eine Blösse gegeben; und der Goltz'sche Schüler Loeb hat dieselbe in einer aus dem Zuntz'schen Laboratorium hervorgegangenen Arbeit mit einem Kunstgriffe, indem er ausschliesslich die letzterwähnten Angaben von Goltz heranzog („ich citire" — sagt er noch dazu pfiffig — „das Citat aus der Abhandlung Munk's"), zu einem Angriffe benutzt (Pflüger's Arch. Bd. 39. 1886. S. 335—8), welchen ich denjenigen, die Gefallen an derlei finden, als eine Loeb'sche Musterleistung gern empfehle.

Nach Loeb hätte ich auch zum Vergleiche mit dem Goltz'schen Musterhunde meine Messungen in der Luftlinie machen müssen; und Goltz stimmt dem bei, da er sagt (ebenda, Bd. 42. 1888. S. 453): „Munk hat sich bemüht, die Beweiskraft dieses (Muster-) Falles anzufechten. Seine seltsamen Umdeutungen meiner klaren Angaben sind von Loeb mit so schlagenden Gründen zurückgewiesen worden, dass ich hier durchaus nichts hinzuzufügen brauche." Wir sollen also glauben, dass auch die exstirpirten Hinterhauptslappen des Musterhundes, in der Luftlinie gemessen, in sagittaler Richtung 30 bezw. 27 ^{mm} lang waren: wonach allerdings jeder einen Hinterhauptslappen abtrennende Schnitt vor die vordere Grenze meiner Sehsphäre und in das Gebiet meiner Augenregion gefallen sein würde. Aber ich muss es für ganz unmöglich erklären, mit einem frontalen Schnitte, der in das absteigende Horn des Seitenventrikels fällt und das Ammonshorn in erheblicher Strecke verletzt, den Hinterhauptslappen vom übrigen Grosshirn abzulösen, wenn der frontale Schnitt zugleich in der vorgegebenen Weise in das Gebiet meiner Augenregion fallen soll. Bis also Goltz und Loeb gezeigt haben werden, dass das doch möglich ist, wird ihren Angaben kein Glaube beizumessen sein.

Beachtung verdient ausserdem, dass meine Messungen der Sehsphären-Länge das einzige sind, was Loeb und Goltz an meiner obigen Darlegung bestritten haben: und dass solchen Messungen immer nur ein geringerer Werth zukommt, habe ich selber genügend ausgeführt. Vor und nach den Messungen und Wägungen aber habe ich oben im Texte meine beiden Hauptargumente gegeben; und je hartnäckiger über diese Loeb und Goltz geschwiegen haben, desto mehr will ich es hervorheben, wie dieselben für sich allein es ausser Zweifel stellen, dass Goltz an dem Musterhunde nicht die ganzen Sehsphären exstirpirt, sondern ein vorderstes Stück derselben zurückgelassen hat.

[144] Vgl. den Sectionsbefund oben S. 84. In der gelb erweichten Grenzschicht von ca. 1 ^{mm} Dicke habe ich immer in den Fällen bester Verheilung der Wunde die Anzeige und das Resultat einer reactiven Entzündung gesehen.

[145] Da ich durch gesperrten Druck den Ton auf „Sehsphäre" legte, wollte ich natürlich sagen — und ich war wohl auch nicht gut anders zu verstehen —, dass, wenn wirklich doch in der Tiefe der Furchen centrale Elemente functionsfähig zurückblieben, diese Elemente jedenfalls nicht der der Gesichtswahrnehmung dienenden Rinde zugehörten. In der Rinde müssen ja noch viele andere centrale Elemente gelegen sein ausser denjenigen, welche meine Untersuchungen überhaupt allein ins Auge gefasst haben, ausser den Elementen, welche den Sinneswahrnehmungen und den zunächst aus diesen hervorgehenden Sinnesvorstellungen dienen.

[146] S. o. Anm. 71.

[147] Im Hinblick auf diese meine Bemerkung ist es interessant, dass der Musterhund, wie Goltz 1888 mitgetheilt hat, durch eine nach einigen Monaten eintretende Entzündung, die, wie es immer nach Hirnverletzungen der Fall ist, von der Wunde aus sich verbreitet haben wird, allmählich immer mehr und schliesslich völlig blind wurde (s. o. Anm. 141).

[148] Mit dieser guten Auffassung bin ich im Irrthum gewesen. Ich muss das

hier Gesagte zurücknehmen, da Goltz auch noch in der Folge im Jahre 1888 gegen mich vorgebracht hat, dass zwei augenblinde Hunde Verschiedenheiten in ihrem Verhalten zeigten, nachdem dem einen von ihnen „auf beiden Seiten ein so grosses Stück des Hinterhauptslappens weggenommen war, dass neben der Sehsphäre beiderseits auch ein ansehnliches Stück der sogenannten Fühlsphäre des Auges zerstört war". „Nach den Erklärungen Munk's", sagt Goltz, „durfte dieser Eingriff keinerlei Änderung in dem Verhalten des Thieres herbeiführen; denn, was kann die Wegnahme der Sehsphären einem Hunde schaden, der seit langer Zeit stockblind ist, und was kann die Zerstörung der Fühlsphäre der Augen für Unheil anrichten bei einem Thier, das keine Augäpfel mehr besitzt? Beide Hunde mussten, wenn Munk Recht hätte, blind bleiben, wie sie schon waren, und durften sich im Uebrigen gar nicht von einander unterscheiden." (Pflüger's Arch. Bd. 42. 1888. S. 455ff.)

Indem Goltz bei dieser Gelegenheit auf meine Demonstration bei der Naturforscher-Versammlung in Berlin 1886 zu sprechen kommt, sagt er wiederum unrichtiges. Denn ich habe nicht einen Hund vorgestellt, „der nach (meiner) Versicherung nur blind sein und keine andere Störung zeigen sollte" (Goltz, ebenda, S. 460), sondern ich habe, wie es der Sachlage entsprach, einen Hund vorgestellt, bei welchem vor ca. 2 Jahren beide Sehsphären vollkommen exstirpirt waren, und welcher diejenigen Erscheinungen zeigen sollte, die ich als die Folgen solcher Exstirpation zuerst und wiederholt beschrieben hatte. Unter diesen Erscheinungen hatte ich angegeben (s. o. S. 99, 252): „. . hat der Hund auf den Zuruf die richtige Richtung eingeschlagen, so verliert er dieselbe bald . . . Nur gezwungen passirt er die Treppe, indem er Stufe für Stufe mit der Schnauze nachfühlt; hat er nicht die erste Stufe mit der Schnauze abgereicht, so lässt er sich eher jede Misshandlung gefallen, als dass er ein Bein setzt." Und auch diese Erscheinungen zeigte der Hund. Aber dass er sie zeigte, darin sah Goltz einen Widerspruch gegen meine Angaben und blieb dabei, selbst nachdem ich die von mir gegebene Schilderung solcher Hunde verlesen hatte. Nunmehr macht Goltz a. a. O. 1888 diese Erscheinungen, und zwar gerade so, als ob er und nicht ich dieselben gefunden hätte, von neuem gegen mich geltend, unter der falschen Angabe, dass ich den rindenblinden Hund für nur so blind, wie den augenblinden Hund, ausgegeben hätte. — Beiläufig sei bemerkt, was Goltz zu sagen vergessen hat, dass der von mir demonstrirte Hund seine vollkommene Blindheit auch dadurch bewies, dass er der von der Sonne grell beleuchteten Stelle auf dem Fussboden nicht auswich. Diesen nach Goltz (a. a. O.) „wichtigsten Versuch" hatten viele Theilnehmer an der Demonstration gerade zu sehen gewünscht.

Fünfzehnte Mittheilung.

(Vorgetragen in der Gesammtsitzung der Königl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin am 23. Mai 1889.)*

7. Weitere Versuche am Hunde und Affen und am neugeborenen Kaninchen. Hauptergebnisse.

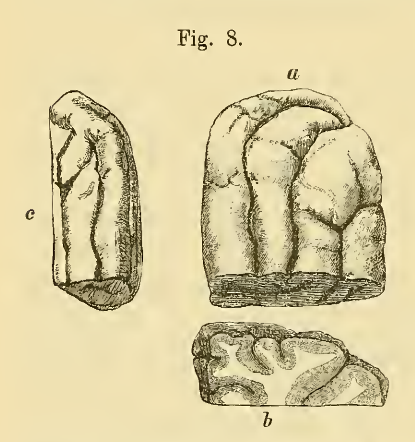
Mein Verfahren für die Totalexstirpation der Sehsphären des Hundes hatte sich herausgebildet, indem ich von der Rinde, welche ich dem Gesichtssinne zugehörig gefunden hatte, schrittweise mehr und mehr mit dem Messer abzutragen wagte. War es tadellos durchgeführt und heilte die Wunde gut, so fand ich immer dieselben Folgen des Eingriffes wieder. Andere Ergebnisse stellten sich nur ein, wo die Sehsphären unvollkommen exstirpirt oder die benachbarten Rindenpartien in Mitleidenschaft gezogen waren, und zwar dann auch gerade solche Ergebnisse, wie sie zu erwarten standen. So lag zu einer Abänderung des Verfahrens zunächst kein Anlass vor, und erst die Zurückweisung des Widerspruches, welcher meine vorige Mittheilung gewidmet war, gab die Anregung, eine Verbesserung des Verfahrens zu versuchen. Musste auch der Versuch der Sehsphären-Exstirpation beim Hunde seiner ganzen Natur nach immer Schwierigkeiten bieten, so war es doch von unverkennbarem Werthe, wenn durch andere Massnahmen ein häufigeres Gelingen des Versuches sich sichern liess.

In der That kann ich nun eine Abänderung des früheren Verfahrens (S. 82) sehr empfehlen, eine Abänderung, welche den Angriff der Hirnsubstanz selbst betrifft. Ich hatte recht umständlich und mit vielen Schnitten, wie ich es beschrieb, soweit die Sehsphäre sich erstreckt, zuerst die mediale Rindenpartie, danach das hintere Ende der Hemisphäre und zuletzt die Rindenpartie der Convexität in 2—3^{mm} Dicke abgetragen. Einfacher und besser geht man folgendermassen vor. Man schiebt einen dünnen und schmalen Scalpellstiel am vorderen Ende der

* Sitzungsberichte der Berliner Akademie d. Wiss. 1889. S. 615 (ausgegeben am 27. Juni 1889). — Vgl. o. S. 179. Anm. *.

Sehsphäre zwischen Falx und Hirnsubstanz bis auf den Balken ein. Dann sticht man ein bauchiges Scalpell mit geradem Rücken, diesen nach vorn gewandt, dort, wo nach meinen Abbildungen (s. die Tafel) der vordere und der laterale Rand der Sehsphäre zusammenstossen, nahezu horizontal, etwas schräg nach oben gerichtet, soweit ein, bis die Spitze auf den Messerstiel, 2—3 ^{mm} oberhalb seines unteren Endes, trifft, und zieht das Scalpell in unveränderter Haltung nach hinten durch die Hemisphäre aus. Unmittelbar darauf schiebt man das Scalpell, die Schneide nach vorn gewandt, zwischen Messerstiel und medialer Hemisphärenwand ein und führt unter Wendung des Scalpells am vorderen Rande der Sehsphäre einen Frontalschnitt durch die Hemisphäre, bis der Horizontalschnitt erreicht ist. Rascher, als sich die Beschreibung liest, sind die beiden Schnitte gemacht; und es bedarf schliesslich nur noch eines leichten Druckes mit dem Scalpellstiele, um das abgetrennte hintere obere Endstück der Hemisphäre herauszuheben, das, wenn die Schnitte richtig geführt waren, der nebenstehenden Abbildung entspricht.

Fig. 8.



Ansicht *a* von der Convexität, *b* von vorn, *c* von der medialen Seite.

Beachtung verdient, dass für den ersten Schnitt das Scalpell durchaus etwas schräg nach oben einzustossen und in dieser Haltung nach hinten zu ziehen ist. Denn es kommt darauf an, dass der Schnitt an der medialen Seite der Hemisphäre möglichst nahe dem Sulcus calloso-marginalis im Gyrus fornicatus verläuft, damit der Ventrikel nicht getroffen werde. Wohl braucht es das Gelingen des Versuches nicht zu verhindern, wenn ein kleines Loch in der Decke des Ventrikels gemacht ist. Aber wenn der Ventrikel weiter eröffnet ist, dringt in der Regel Blut oder Wundsecret in den Ventrikel ein, und das Thier geht unter Erscheinungen, welche mit der Exstirpation der Sehsphäre nichts zu thun haben, rascher oder langsamer dem Tode entgegen.

Man hat wider mein früheres Verfahren vorgebracht, dass durch die flachen Schnitte infolge der Windungen des Grosshirns nicht die gesammte graue Rinde entfernt wurde. Dem war allerdings so; aber ein Einwand hätte daraus nicht entspringen dürfen, weil, was in der Tiefe der Furchen an grauer Substanz zurückblieb, der Ernährung durch die von der Oberfläche her eindringenden Gefässe beraubt und damit functionsunfähig wurde. Das jetzige Verfahren schliesst von vorneherein solchen Einwand aus; und das ist immerhin nicht zu unterschätzen, da Hr.

v. Monakow*, wie ich eben sehe, an den von mir operirten Hirnen gefunden hat, dass die zurückgelassene Rinde mit dem zugehörigen Mark anatomisch sich vortrefflich erhalten kann. Mehr noch von Bedeutung ist, dass das neue Verfahren gestattet, was früher nicht anging, in dem herausbeförderten zusammenhängenden Stücke den wahren Umfang der Exstirpation sogleich genau zu übersehen und die verschiedenen Versuche bezüglich der Verletzung streng zu controliren. Der Hauptvortheil aber des neuen Verfahrens ist darin gelegen, dass die Wunden viel öfter gut verheilen und insbesondere die früher häufigen rothen Erweichungen nur selten vorkommen. Man muss es dem zuschreiben, dass hier nur zwei grosse Schnitte erforderlich sind und eine glatte, weit offene Wunde hergestellt wird, während sonst bei den vielen kurzen Schnitten Zerrungen und Quetschungen der Nachbarschaft kaum zu vermeiden waren und auch die hügelige Beschaffenheit der Wunde, vor allem die an der Falx hergestellte Rinne, durch das Stagniren von Blut und Wundsecret zu Druck auf die stehengebliebene Hirnsubstanz und zu anderweitiger Schädigung derselben Anlass gab.

Gelingt nunmehr der Versuch leichter als früher beim Hunde, so ist er hier doch immer noch viel schwieriger als beim Affen. Bei diesem hatte ich schon vor zwölf Jahren, als ich das erste Mal die Totalexstirpation der Sehsphären unternahm[149], dieselbe fast ohne Verlust an Thieren durchzuführen vermocht, indem ich die ganze Rinde an der convexen Fläche der Hinterhauptslappen abtrug. Eine spätere Wiederholung der Versuche ist nicht minder günstig ausgefallen. Trotzdem hat auch hier vor einigen Jahren noch ein anderes Verfahren mich der Einwand einschlagen lassen, der mir beim Hunde gemacht war, dass die Rinde in der Tiefe der Furchen nicht abgetragen wurde, da ein gleicher Einwand beim Affen wegen der verwickelten Faltung der Rinde seines Hinterhauptslappens erst recht wiederkehren konnte. Ich bin auf dasselbe Verfahren geführt worden, das mittlerweile auch die HH. Sanger Brown und E. A. Schäfer** angewandt und veröffentlicht haben. Man macht (bei Macacus cynomolgus) entlang der Parieto-Occipitalfurche unmittelbar hinter der dort verlaufenden Vene einen Verticalschnitt durch die Hemisphäre und entfernt den damit abgetrennten Hinterhauptslappen, die Rinde mitsammt dem Mark. Trotz der ansehnlichen Verstümmelung verheilt die vernähte Wunde mit sehr seltenen Ausnahmen in wenigen Tagen, wie wenn man nur die Haut durchschnitten hätte.

Meine Ergebnisse mit den neuen Verfahren sind, gleichmässig beim Hunde und beim Affen, so sehr dieselben gewesen wie mit den alten

---

* Arch. f. Psychiatrie, Bd. 20. 1889. S. 758.

** Philos. Transact. of the R. Soc. of London, Vol. 179 (1888), B, p. 314 f. — Brain, Vol. 10 (1888), p. 362; Vol. 11, p. 158.

Verfahren, dass ich meine früheren Schilderungen[150] nur nochmals zu wiederholen hätte. Insbesondere, was hier uns interessirt, hat die Totalexstirpation der Sehsphären in allen gelungenen Versuchen volle andauernde Rindenblindheit auf beiden Augen zur Folge gehabt. Ich stehe auch mit dieser Ermittelung, welche man ein Jahrzehnt hindurch aufs heftigste bekämpft hat, jetzt nicht mehr allein. Die HH. Sanger Brown und E. A. Schäfer* haben sie beim Affen, Hr. Vitzou hat sie beim Hunde** und beim Affen*** bestätigen können. Und wie sie vorausgesehenermassen beim Menschen sich bewährte, lehrt mit aller nur wünschenswerthen Schärfe der übersichtliche Bericht, welchen Hr. Nothnagel† auf dem Congresse für innere Medicin im Jahre 1887 über die pathologischen Erfahrungen geliefert hat.

Bei den niederen Säugethieren ist es nicht anders als bei den höheren. Man hat dort die Ausdehnung der Sehsphären, welche ebenfalls am hinteren oberen Ende der Hemisphären gelegen sind, noch nicht genauer festgestellt und die Sehsphären allein noch nicht exstirpirt. Aber für unsere Zwecke hier bietet Ersatz die Exstirpation der ganzen Hemisphären, und ich habe gezeigt[151], dass Kaninchen, Meerschweinchen, Ratten, welchen das Grosshirn abgetragen ist, so lange sie leben, vollkommen blind sind. Für das Kaninchen werden zudem Versuche am neugeborenen Thiere, auf welche ich weiter unten zu sprechen komme, nochmals den Nachweis führen, dass bei ihm der Verlust der Sehsphären mit voller andauernder Rindenblindheit verknüpft ist.

Auch die Tauben werden nach meinen Untersuchungen[152] durch den Verlust des ganzen Grosshirns für die Dauer vollkommen blind. Da die operative Technik hier recht schwierig ist, habe ich auf Widerspruch gefasst sein müssen, und er ist vom Strassburger Laboratorium her neuerdings erhoben worden. Weil ich etwa 80 Procent der Versuchsthiere an den Folgen der Operation verlor, hat Hr. Schrader†† das von mir empfohlene Exstirpationsverfahren, das auch die HH. G. Corin und A. van Beneden††† zu guten Ergebnissen geführt hatte, nicht benutzen mögen, sondern ein anderes Verfahren vorgezogen, bei welchem der Verlust 75 Procent betrug: und bei diesem Verfahren sind die Tauben, welche den unmittelbaren Gefahren der Operation entgangen waren, in der 4.—6. Woche unter dem Bilde progressiver Entkräftung gestorben,

---

* A. a. O.

** Compt. rend. de l'Acad. d. sc., T. 107 (1888), No. 4, p. 279; No. 12, p. 531.

*** Nach brieflicher Mittheilung vom 18. Decbr. 1888.

† Über die Localisation der Gehirnkrankheiten. Verhandlungen des 6. Congresses für innere Medicin zu Wiesbaden, Wiesbaden 1887, S. 113 ff.

†† Pflüger's Arch. Bd. 44. 1888. S. 197 ff.

††† Arch. de Biologie, Vol. 7. 1885. p. 267—8. (Travaux du Laboratoire de Léon Fredericq, T. 1. 1885—86. p. 103—4.)

wenn sie nicht bis dahin geschlachtet waren, während meine Tauben durch mehrere (bis 7, ja 9) Monate bei durchaus unverändertem und bestem Befinden zu beobachten waren, ehe sie in einigen Fällen erkrankten, in den meisten Fällen zum Zwecke der Section getödtet wurden. Nun sind Hrn. Schrader solche Tauben, wie ich sie als meiner ersten Gruppe angehörig beschrieb (S. 199), ganz blinde Tauben nicht vorgekommen, sondern seine Tauben haben ebenso sich verhalten und gesehen, wie meine Tauben der dritten Gruppe; und während ich bei den letzteren Tauben zurückgebliebene Reste des Grosshirns constatiren konnte, hat Hr. Schrader solche Reste bei seinen Tauben nicht aufgefunden. Danach muss entweder Hr. Schrader doch Grosshirnreste übersehen oder bei meinen ganz blinden Tauben eine Schädigung des Hirns, welche über die Hemisphären hinausging, stattgehabt haben. Aber die letztere Möglichkeit ist auszuschliessen, nicht bloss weil ich bei der sorgfältigen Section der ganz blinden Tauben alle Hirntheile ausser den Hemisphären unversehrt fand, sondern auch schon deshalb, weil ebendiese Tauben durch 4—7 Monate bei vollem Wohlbefinden gelebt haben; denn wie man es oft genug bei den Versuchen sieht, führen Schädigungen der tieferen Hirntheile, sei es infolge mechanischer Verletzung bei der Operation, sei es infolge von frühen oder späten Entzündungen und Erweichungen, immer eine tödtliche Erkrankung der Tauben herbei. Dagegen spricht manches gewichtig für die andere Möglichkeit. Ich habe ausdrücklich darauf aufmerksam gemacht, dass der Grosshirnrest gemeinhin deshalb nicht gefunden wird, weil, „was von der Ventrikeldecke stehengeblieben ist, nicht sich umschlägt und nun etwa als gefaltete Membran am Pedunculus hängt, sondern seine normale Lage beibehält: die glatte hintere Begrenzung der Höhle, welche die Section aufdeckt, täuscht die reinliche Fortnahme der Hemisphäre vor, und die dünne der Dura dicht anliegende Membran wird, wenn man nicht genau zusieht, für die Dura gehalten.“ Trotzdem schliessen die beiden Recklinghausen'schen Sectionsprotokolle, auf welche der ganze Widerspruch sich stützt, den Befund an der den Schädeldefect überspannenden Membran nicht ein, sondern Hr. Schrader schickt bloss die Bemerkung vorauf: „Nur zarte Bindegewebssepta verbinden den Piaüberzug des Gehirns mit der Deckmembran so, dass die letztere vollkommen sauber abgezogen werden kann, ohne die geringste Verletzung des Gehirnrestes. Es ist bei dieser Sachlage völlig unmöglich, dass Reste der Grosshirnrinde übersehen werden.“ Hätte Hr. Schrader die abgetragene Deckmembran unter dem Mikroskope geprüft, so würde er das „Unmögliche“ möglich gefunden und den erhaltenen Rest der Ventrikeldecke, sofort kenntlich an den vereinzelten grossen und den zahlreichen kleinen Ganglienzellen, entdeckt haben. Wenigstens in dem Falle des zweiten Sectionsprotokolles; denn für den ersten Fall kommt noch ein anderes

in Betracht. Der geschilderte Verfall und der frühe Tod der Schrader-schen Tauben sind nach meinen Erfahrungen zweifellos durch die Erweichung der Pedunculi und Thalami optici herbeigeführt worden, eine Erweichung, welche, wie Flourens' und meine Versuche zeigen, nicht eine nothwendige Folge der Grosshirnexstirpation ist, sondern die Folge einer Eigenheit des Schrader'schen Operationsverfahrens war. In Verbindung mit solcher Erweichung kann natürlich der kleine zarte Rest der Ventrikeldecke zugrundegehen oder mindestens unkenntlich werden; und so hatte ich es mir schon erklärt, dass ich bei einer meiner dritten Gruppe zuzurechnenden Taube, welche im sechsten Monate nach Art der Schrader'schen Tauben erkrankt und gestorben war, den Ventrikelrest nicht auffand. Deshalb wird aber auch bei der Schrader'schen Taube, von welcher das erste Sectionsprotokoll handelt, daran zu denken sein, dass der bei der Operation zurückgebliebene Grosshirnrest infolge der Erweichung, an welcher diese Taube starb, nicht mehr vorhanden oder nicht mehr zu erkennen war. Ich kann also, ganz abgesehen von allem anderen[153], was meine Untersuchung bezüglich der Abhängigkeit des Gesichtssinnes der Taube vom Grosshirn darbot, dem Schrader'schen Widerspruche keine Bedeutung beimessen. Wünschenswerth ist allerdings, wie ich nicht verkenne, eine Wiederholung meiner Untersuchung, bei welcher das Verhalten des Schädelinhaltes mit Hülfe von Schnittserien und Mikroskop ermittelt wird; aber ich selber habe mich zu einer solchen Wiederholung um so weniger entschliessen können, als für die mich interessirenden Fragen das Verhalten der Taube doch immer nur von nebensächlicher Bedeutung ist.

Das Ergebniss meiner Untersuchungen zusammengefasst geht also zunächst dahin, dass bezüglich der Bedeutung, welche dem Grosshirn für das Sehen zukommt, Säugethier und Vogel ganz anders sich verhalten als Frosch und Fisch, diese ohne Grosshirn sehen, jene ohne Grosshirn ganz und gar blind sind[154]. Die Lehre vom Grosshirn, wie ich sie vorfand*, ist damit hinsichtlich der niedersten Functionen des Grosshirns als unrichtig dargethan. Nicht schon das einfachste Sehen, nicht der Gesichtseindruck sollte an das Grosshirn gebunden sein, sondern erst die geistige Auffassung des Gesichtseindruckes; in niedereren Hirntheilen (subcorticalen Sinnescentren) sollten die Gesichtsempfindungen entstehen und für Bewegungen Verwerthung finden, und erst die aus den Gesichtsempfindungen gebildeten Vorstellungen, das Erkennen oder Verstehen und die Erinnerung des Gesehenen, sollten Leistungen des Grosshirns, seiner Rinde sein. Das ist, selbst wenn wir, um jedem noch möglichen Bedenken Rechnung zu tragen, die Vögel beiseitelassen, für die Säugethiere zweifellos falsch. Beim Säugethier ist schon der Anfang alles

* Vergl. o. S. 179—84, 188—90.

Sehens, die Lichtempfindung, eine Function seines Grosshirns; und ohne dieses kommen auf Erregung der Retina oder der Opticusfasern durch die Vermittelung der niedereren Hirntheile nur gemeine Reflexbewegungen zustande, Reflexbewegungen von der gleichen Ordnung, wie das Zurückziehen der gekniffenen Zehe seitens des enthaupteten Thieres. Damit auf Lichteinfall in das Auge die Pupille sich verenge, bedarf es gar keiner Sinnesempfindung, bedarf es nicht der Lichtempfindung, und daher kann ohne Grosshirn der Retina- oder Opticusreflex erfolgen; dagegen ist es ein Sinnesreflex, ein Sehreflex, wenn — ohne Zuthun der Aufmerksamkeit und Überlegung — auf die Annäherung der Hand das Auge blinzelt oder das Thier in Bewegung dem Hindernisse ausweicht, und solche Reflexe können nur unter Mitwirkung des Grosshirns sich vollziehen.

Aber nicht an das ganze Grosshirn oder dessen ganze Rinde ist, wie weiter meine Untersuchungen zeigen, die Lichtempfindung bei den Säugethieren gebunden, sondern bloss an die Rindenpartie des hinteren oberen Endes jeder Hemisphäre, welche ich Sehsphäre genannt und beim Affen und beim Hunde, so genau es durch das Messer möglich ist, in ihrer Ausdehnung bestimmt habe. Weil mit der Abtragung der Sehsphären alle Lichtempfindung für immer aufgehoben ist, müssen innerhalb der Sehsphären und dort allein alle centralen Elemente, wenn man will, alle Ganglienzellen gelegen sein, mit deren Erregung die Lichtempfindung verknüpft ist. Mit der Lehre von den specifischen Sinnesenergien, wie sie Johannes Müller[155] begründet und der Fortschritt der Erkenntniss geläutert hatte*, war die Eigenart jeder der verschiedenen Sinnesempfindungen unabhängig erkannt von der Art der äusseren Einwirkungen auf den Sinnesnerven oder seine peripherische Endigung und nur darauf zurückzuführen, dass die verschiedenen Sinnesnerven mit verschiedenartigen centralen Elementen in Verbindung treten. Für diese Verschiedenartigkeit der centralen Elemente ist jetzt ein erster Nachweis geführt; denn nach dem Untergange der Sehsphären sind der centralen Sinneselemente überhaupt noch genug vorhanden, und doch bestehen nur die Schall-, die Gefühls-, die Geruchs- und die Geschmacksempfindung fort, die Lichtempfindung ist ganz und für immer erloschen. Und weil so die centralen Elemente der verschiedenen Sinne in der Grosshirnrinde nicht bunt durch einander gemischt, sondern für jeden Sinn örtlich beisammen gelegen sind, für den Gesichtssinn in den Sehsphären, ist die Möglichkeit nahegelegt, dass wir zu der ersterworbenen Charakteristik der verschiedenen centralen Sinneselemente,

---

* H. v. Helmholtz, Vorträge und Reden. Braunschweig 1884. Bd. I. S. 262 ff.; Die Lehre von den Tonempfindungen. 3. Aufl. Braunschweig 1870. S. 232—4. — E. du Bois-Reymond, Reden. Leipzig 1866. Bd. I. S. 109.[156]

ihrer Lage, bald noch eine weitere Kenntniss ihrer Besonderheiten gewinnen.

Hr. Wundt hat jene Lehre von den specifischen Sinnesenergien bekämpft.* Nicht durch die Verschiedenartigkeit der centralen Sinneselemente seien die verschiedenen Sinnesempfindungen bedingt, sondern durch die wesentlich verschiedenen Molecularvorgänge, welche infolge der verschiedenen äusseren Reize in den Sinnesnerven entstehen und, in den centralen Elementen anlangend, in diesen verschiedene Processe auslösen. Die centralen Elemente seien functionell indifferent. Wohl habe jede bestimmte Function unter gegebenen Bedingungen der Leitung einen bestimmten Ort im Centralorgan und werde jedes Element um so geeigneter zu einer bestimmten Function, je häufiger es durch äussere Bedingungen zu derselben veranlasst sei; aber für Elemente, deren Function gehemmt oder aufgehoben sei, können andere die Stellvertretung übernehmen, sofern sich dieselben in den geeigneten Verbindungen befinden. Hr. Wundt hält es für unzulässig anzunehmen, dass jede Sinnesempfindung an die Function bestimmter centraler Elemente gebunden sei. Ein Element, das unter normalen Leitungsverhältnissen eine Gesichtsempfindung vermittele, werde durch veränderte Bedingungen Träger einer Tastempfindung, einer Muskelempfindung; ja, es werde kaum die Annahme sich abweisen lassen, dass, sofern nur durch das centrale Fasernetz verschiedenartige Vorgänge einem und demselben Elemente zugeleitet werden können, dieses selbst imstande sei, eine Mehrheit verschiedener Functionen in sich zu vereinigen. Nach Hrn. Wundt ist es kaum zu bezweifeln, dass unter Umständen, namentlich bei einer relativ unvollkommenen Ausbildung der Centralorgane, das Princip der stellvertretenden Function schliesslich nur an den Grenzen des die Zellen der Grosshirnrinde nach allen Seiten verbindenden Fasernetzes seine eigene Grenze finde.

Zeigt diese neue Lehre schon eine unverkennbare Schwäche darin, dass sie ohne jede thatsächliche Unterlage wesentlich verschiedene Molecularvorgänge in den verschiedenen Sinnesnerven annimmt, so wird dieselbe vollends unhaltbar durch unsere Erfahrungen. Was zu der Wundtschen Lehre Anlass gab und worauf allein sie sich stützt, das sind die Angaben von Experimentatoren, dass grössere Substanzverluste des Grosshirns nur unbedeutende Erfolge geben, dass die Störungen, welche nach Beseitigung bestimmter Gebiete der Grosshirnrinde sich einstellen, meistens nach kürzerer oder längerer Zeit wieder gehoben werden. „Wenn — sagt Hr. Wundt — ein Hund, der einen grossen Theil seiner Sinnescentren und motorischen Innervationsherde eingebüsst hat, gleichwohl

---

* Grundzüge der physiologischen Psychologie. 3. Auflage. Leipzig 1887. Bd. I. S. 223—9, 241—2, 292—9, 329—39.

nach vollendeter Ausgleichung der anfänglichen Störungen die willkürliche Bewegung wieder erlangt und keine einzige Sinnesfunction völlig eingebüsst hat, so muss offenbar eine Stellvertretung in so weitem Maass angenommen werden, dass keine specifische Function mehr übrig bleibt.“ Aber jene Angaben und erst recht diese Überlegung schliessen Fehler ein. Mit jeder Entfernung oder Zerstörung einer Grosshirnrindenpartie ist durch Druck, Circulationsstörung u. dgl. m. eine Functionsunfähigkeit der Nachbarschaft verbunden, welche, nachdem die schädigenden Momente fortgefallen sind, in einiger Zeit sich wieder verliert. Nur für einen Theil der Abnahme, welche die anfänglichen Störungen erfahren, bleibt daher an ein stellvertretendes Eintreten anderer centraler Elemente zu denken; und dieser Theil muss immer noch zu gross erscheinen, weil Menschen und Thiere, welche einen Sinn theilweise eingebüsst haben, den Sinnesrest mehr und mehr ausnutzen lernen und schliesslich so verwenden, dass bei grober Untersuchung, wie sie bisher in der Regel bei Mensch und Thier statthatte, der bleibende Verlust mehr oder weniger der Beobachtung entgeht. Wir finden sogleich die schlagendsten Beispiele auf unserem Gebiete: nicht nur hatte ich selbst eine ganze Reihe von Affen und Hunden, welchen ich eine Sehsphäre abgetragen hatte, schon durch Wochen und Monate beobachtet, ehe ich ihre Hemiopie entdeckte, sondern es hat auch, nachdem ich die Erfahrung mitgetheilt hatte, bei manchen Experimentatoren, welche für tüchtige Beobachter galten, der Jahre bedurft, ehe sie sich von dieser Hemiopie und vollends ihrer Andauer überzeugten; und damit, dass wo nur ein kleiner Theil der Sehsphären erhalten ist, das Thier auch nur mit einer bestimmten Retinapartie fernerhin zu sehen vermag, stehe ich noch heute fast allein, obwohl ich schon vor zehn Jahren nicht nur mir, sondern auch anderen bequem den Nachweis habe führen können. Der bleibende Ausfall von Grosshirnfunctionen nach grösseren Substanzverlusten der Grosshirnrinde erscheint daher nach den Angaben der meisten Experimentatoren zu klein. Wäre aber auch die Wiederkehr von Functionen nach solchen Verlusten, nachdem die Heilung der Wunden erfolgt ist, grösser, als sie wirklich ist, so wäre damit noch immer kein Grund gegeben zu glauben, dass die centralen Sinneselemente nach Bedürfniss und Umständen jedes das andere vertreten und deshalb nicht für die verschiedenen Sinne ungleichartig sein können. Dächte man die centralen Elemente für die verschiedenen Sinne bunt durch einander gemischt in der Grosshirnrinde, so würden ja für verlorene centrale Sehelemente immer wiederum Sehelemente, für verlorene Hörelemente immer wiederum Hörelemente u. s. w. in der nächsten Nachbarschaft vorhanden sein. Aber auch wenn die centralen Elemente jedes Sinnes gruppenweise beisammen, gewissermassen nach Provinzen geordnet liegen, werden nach den allermeisten Substanzverlusten, selbst nach einem sehr grossen Substanzverluste z. B., der die

Gruppen der Sehelemente, Hörelemente und Fühlelemente zugleich betroffen hätte, immer noch erhaltene Sehelemente für die verlorenen Sehelemente, erhaltene Hörelemente für die verlorenen Hörelemente u. s. w. eintreten können. Bloss dann wäre es hier anders, wenn der Substanzverlust, der nicht einmal sehr gross zu sein brauchte, alle centralen Elemente eines Sinnes, z. B. die ganze Gruppe der Sehelemente oder die ganze Gruppe der Hörelemente, beseitigt hätte und doch das zunächst nach der Heilung der Wunde ganz blinde, bezw. ganz taube Thier mit der Zeit mehr und mehr sähe, bezw. hörte. Solche Versuche haben jedoch die Experimentatoren, auf deren Ergebnisse Hr. Wundt sich stützt, gar nicht ausgeführt. Und wir haben bei solchen Versuchen ganz anderes gefunden, als was Hr. Wundt zur Voraussetzung nimmt; wir haben gesehen, dass, um nur das Vorbehandelte ins Auge zu fassen, das durch den Verlust der Sehsphären ganz blind gewordene Thier für alle Folge blind bleibt und nie mehr eine Spur von Lichtempfindung gewinnt. Mag also auch innerhalb der centralen Elemente eines und desselben Sinnes eine Stellvertretung möglich sein, so schliesst doch der Versuch unzweifelhaft es aus, dass für die centralen Elemente des einen Sinnes die centralen Elemente eines anderen Sinnes einzutreten imstande sind. Ja, wie beschränkt selbst innerhalb der centralen Elemente desselben Sinnes die Stellvertretung nur sein kann, lehrt unzweideutig schon die Erfahrung, über welche wohl jetzt alle einig sind, dass die Hemiopie nach dem Verluste einer Sehsphäre trotz der Unversehrtheit der anderen Sehsphäre unverändert durch alle Zeit fortbesteht.

Auch die beiden Gründe, welche Hr. Wundt zu gunsten seiner Lehre hinzufügt, und welche ihm entscheidend scheinen, erweisen sich nicht stichhaltig.

Blind- und Taubgeborenen, sagt Hr. Wundt, mangele absolut die Licht- und Klangempfindung, obgleich die Sinnesnerven und ihre centralen Endigungen vollkommen ausgebildet sein können und es an einer Erregung der centralen Elemente durch die gewöhnlichen Formen automatischer centraler Reizung nicht fehle; andererseits erhalten sich bei vollständig Erblindeten und Tauben viele Jahre hindurch die Licht- und Klangempfindungen in der Form von Träumen, Hallucinationen und Erinnerungsbildern: das erkläre sich unmittelbar aus der Anpassungsfähigkeit der Nervensubstanz, während die Lehre von der specifischen Energie dafür schlechterdings keine Erklärung wisse. Hier hat Hr. Wundt zwei ganz verschiedene Dinge, Sinnesempfindungen und Sinnesvorstellungen, zusammengeworfen: die Licht- oder Schallempfindungen, welche nur auf peripherische Reizungen entstehen und rasch wieder völlig vergehen — sie setzen die Gesichts- oder Gehörswahrnehmungen zusammen —; und die Gesichts- oder Gehörsvorstellungen, welche unter Mitwirkung der Aufmerksamkeit aus den Licht- oder Schallempfindungen hervorgehen

und potentielle Erinnerungsbilder zurücklassen, so dass sie auch infolge innerer oder, wie Hr. Wundt sie nennt, automatischer centraler Reizungen wieder entstehen können.* Diese Sinnesempfindungen und Sinnesvorstellungen sind an verschiedene centrale Elemente gebunden, wie das Fortbestehen der Erinnerungsbilder lehrt, das Erhaltensein von Gesichts- oder Gehörsvorstellungen, wo Licht- oder Schallempfindungen nicht mehr entstehen, bei augenblind oder ohrentaub gewordenen Menschen und Thieren — und umgekehrt das Zustandekommen von Gesichts- oder Gehörswahrnehmungen, wo Gesichts- oder Gehörsvorstellungen fehlen, bei seelenblind oder seelentaub gewordenen Menschen und Thieren. Indem nun die Lehre von den specifischen Sinnesenergien bloss auf diejenigen centralen Elemente, welche mit den Sinnesnerven in Verbindung treten, also auf die centralen Sinneselemente, welche die Licht- oder Schallempfindung liefern, sich erstreckt, hat sie offenbar mit dem Unterschiede zwischen Blind- oder Taubgeborenen und Blind- oder Taubgewordenen gar nichts zu schaffen, weil der Unterschied ausschliesslich in den Bereich der Gesichts- oder Gehörsvorstellungen fällt. Die betreffenden Sinnesempfindungen können beidemal trotz der Unversehrtheit der centralen Sinneselemente nicht entstehen, weil die peripherischen Reizungen fehlen; die betreffenden Sinnesvorstellungen können, obwohl beidemal die centralen Vorstellungselemente ausgebildet sind, durch innere Reizungen doch nur bei den Blind- oder Taubgewordenen zustandekommen, bei welchen die vor der Erblindung oder Ertaubung aus den Sinneswahrnehmungen hervorgegangenen Sinnesvorstellungen potentielle Erinnerungsbilder hinterlassen haben, nicht aber bei den Blind- oder Taubgeborenen, weil bei diesen infolge des von Anfang an vorhandenen Mangels an Sinnesempfindungen überhaupt nie Sinnesvorstellungen und daher auch nicht potentielle Erinnerungsbilder sich haben bilden können. Nicht einmal gegen eine specifische Verschiedenheit der centralen Elemente, welche den verschiedenartigen Sinnesvorstellungen dienen, würde danach, wie man sieht, der von Hrn. Wundt betonte Unterschied sich geltend machen lassen; aber ob eine solche Ungleichartigkeit der centralen Vorstellungselemente überhaupt besteht oder nicht, ist meines Wissens auf grund physiologischer Erfahrungen noch gar nicht zur Erörterung gekommen.

Ebenso unhaltbar ist Hrn. Wundt's zweiter Grund. Die Lehre von der specifischen Energie müsse annehmen, sagt Hr. Wundt, jedes Sinneselement bewahre seine eigenthümliche Function unverändert durch alle Zeiten der Entwickelung, denn sollte sich etwa die eine Form der Function aus der anderen hervorgebildet haben, so wäre sie eben keine specifische mehr. Sollten also die Fähigkeiten des Hörens, Sehens, über-

* Vergl. o. S. 87, 92 ff.

haupt die höheren Sinnesverrichtungen irgend einmal im Thierreiche entstanden sein, so wäre dies nur auf dem Wege einer vollständigen Neuschöpfung der betreffenden Nervenelemente möglich, nie aber auf dem der Entwickelung aus niedereren Sinnesformen. Hierdurch setze sich die Lehre von der specifischen Energie in directen Widerspruch mit der Annahme einer Entwickelung der organischen Wesen und ihrer Functionen, während die Hypothese der Anpassung der Reizvorgänge an den Reiz nur als die besondere Form erscheine, welche die Entwickelungstheorie in Bezug auf die Entwickelung der Sinne annimmt. Dem ist jedoch entgegenzuhalten, dass die Specificität der centralen Sinneselemente, welche die von Hrn. Wundt bekämpfte Lehre in Anspruch nimmt, im grunde gar keine andere Specificität ist, als die wir bei vielen sonstigen Körperbestandtheilen finden, z. B. bei den secernirenden Zellen der Drüsen. Ebensowenig wie bei diesen, wird deshalb bei jenen Zellen eine „vollständige Neuschöpfung" anzunehmen nöthig sein. Die Frage, wie aus dem Urprotoplasma mit seiner einfachsten Sensibilität die centralen Elemente der verschiedenen Sinne sich hervorgebildet haben, steht auf ganz gleicher Stufe mit der anderen Frage, wie aus dem Urprotoplasma mit seinem einfachsten Chemismus die Speichel-, Leber-, Nieren- und anderen Drüsenzellen hervorgegangen sind; und sobald man überhaupt will, kann man sich dort wie hier den nämlichen Gang der Entwickelung denken, auf der Grundlage der allgemeinen Variabilität die Fixirung vortheilhafter Variationen.

Ein ganz besonderes Interesse bieten aber schliesslich noch in Rücksicht auf die Wundt'sche Lehre Versuche am neugeborenen Thiere dar, wie schon Hr. Wundt selber, nach einigen oben angeführten Worten zu urtheilen, richtig gefühlt hat. Am erwachsenen Thiere, das wir bisher untersucht haben, sollten die ursprünglich durchweg gleichen centralen Sinneselemente, durch die verschiedenen Molecularvorgänge infolge der verschiedenen Sinnesreize, schon verschieden geworden, die eine Gruppe auf Lichtempfindung, die andere auf Schallempfindung u. s. w. eingeübt sein, und deshalb konnte die Stellvertretung der Elemente der einen Gruppe durch die der anderen Gruppe erschwert sein. Beim neugeborenen Thiere dagegen, bei welchem es auf Sehen oder Hören eingeübte centrale Elemente noch nicht giebt, darf es nach Hrn. Wundt bei „dem die Zellen der Grosshirnrinde nach allen Seiten verbindenden Fasernetze" gar keine Schwierigkeit haben, dass, auch wenn ein Theil der centralen Sinneselemente entfernt ist, doch alle Sinne functioniren; es muss, wenn bald nach der Geburt die Sehsphären abgetragen worden sind, das Thier später kaum bemerkenswerthe Schädigungen seines Gesichtssinnes zeigen und jedenfalls sehen.

Nach Angaben v. Gudden's konnte dem auch wirklich so zu sein

scheinen. Vier neugeborenen Kaninchen hatte v. Gudden* „nach Aufklappung der Schädeldecke in der Richtung nach vorn um die Kranznaht auf beiden Seiten, mit Erhaltung jedoch des Lobus olfactorius, das ganze Hinterhaupts- und Scheitelhirn bis (von hinten nach vorn gerechnet) 1^{mm} vor der Kranznaht fortgenommen". Die Thiere — sagt v. Gudden — „entwickelten sich, als wenn ihnen fast gar nichts geschehen wäre. Sie sahen, hörten, fühlten und bewegten sich anscheinend wie normale Kaninchen. . . Speciell was ihr Sehen und dessen psychische Verwerthung betrifft, so war nicht etwa die Frage, ob sie Hindernissen aus dem Wege gingen, eine solche trat gar nicht an einen heran, im Freien waren sie nur schwer zu fangen, wichen sogar auf grössere Entfernung bei absoluter Stille einer Handbewegung aus, bemassen, auf Pflöcke gesetzt, richtig die Entfernung vom Boden, tasteten ein wenig mit den Vorderpfoten und sprangen dann mit der grössten Sicherheit herunter, sprangen Treppenstufen hinauf und herunter u. s. w. . . . Erst nachdem sie ziemlich erwachsen waren, wurden sie getödtet. Ich möchte kaum bezweifeln — lasse es übrigens dahingestellt — dass sie später bei der Bethätigung höherer Functionen: Fortpflanzung, Nestbau, Grossziehung der Jungen u. s. w. Defecte gezeigt haben würden, darauf kommt es hier nicht an, aber Thatsache ist und bleibt es, dass sie ohne alle und jede Spur von Sehsphäre sahen und ihr Sehen psychisch verwertheten." Dadurch, wie durch anderes, sollten meine Sinnessphären der Grosshirnrinde bekämpft werden und dargethan sein: „dass in der Grosshirnrindenfläche circumscript umgrenzte Regionen, die ausschliesslich und unter allen Verhältnissen eine bestimmte Function ausüben, nicht vorhanden sind". Doch hatte v. Gudden sogleich selber den Einwand für zulässig erklärt und auch „für nicht unbegründet gehalten, dass an neugeborenen Thieren angestellte Hirnrindenversuche nicht ohne weiteres massgebend für erwachsene wären"; wie es scheint, dachte er gerade an die Möglichkeit derjenigen Annahme, welche die Wundt'sche Lehre macht, dass nach der Geburt eine Einübung der centralen Elemente erfolge.

Indess sind die Gudden'schen Angaben nur zum Theil zutreffend und gerade in dem wesentlichsten Punkte unrichtig. Allerdings sahen jene Gudden'schen Kaninchen: aber dass ihnen „alle und jede Spur von Sehsphäre" fehlte, war eine trotz der Bestimmtheit, mit welcher sie auftrat, ganz unbegründete Behauptung, weil die Ausdehnung der Sehsphäre selbst beim erwachsenen Kaninchen noch durchaus unbekannt war. Wie v. Gudden zu seiner willkürlichen Annahme gekommen, ist gar nicht zu verstehen; hätte er an ihre Stelle ein experimentelles Proben treten lassen, so wäre er zu einer richtigeren Einsicht gelangt.

---

* Allgem. Zeitschr. f. Psychiatrie, Bd. 42. 1886. S. 487—9. (B. v. Gudden's gesammelte und hinterlassene Abhandlungen. Wiesbaden 1889. S. 205—6.)

Abgesehen von mancherlei mit derartigen Versuchen verbundenen Unfällen, dass die Kaninchenmütter nicht säugen oder die Jungen aus dem Neste gerathen u. dgl. m., ist es leicht zu bestätigen, dass Kaninchen, welchen bald nach der Geburt das hintere obere Ende beider Hemisphären etwa „bis (von hinten nach vorn gerechnet) 1^{mm} vor der Kranznaht“ abgetragen wurde, später sehen. Die Operation macht sich recht einfach und ohne die Möglichkeit von Nebenverletzungen, wenn man, v. Gudden folgend, die Scheitelbeine in der Richtung nach vorn um die Kranznaht aufklappt; man hat nur darauf zu achten, dass die laterale Grenze der Exstirpation einen nicht zu kleinen Abstand vom Gyrus hippocampi einhält. Die Thiere bleiben in der Regel am Leben und entwickeln sich kaum schlechter als unversehrte Kaninchen. Auch nach Wochen und Monaten sind Sehstörungen nicht an ihnen nachzuweisen; denn darauf, dass die Thiere hin und wieder auf eine Handbewegung nicht scheuen oder an ein Hinderniss stossen, ist nichts zu geben, weil solche Beobachtungen gelegentlich auch an normalen Kaninchen zu machen sind.

Aber ganz anders verhalten sich Kaninchen, bei welchen die Exstirpation etwas weiter nach vorn sich erstreckt hat, das hintere obere Ende beider Hemisphären am 1. oder 2. Tage nach der Geburt — um die Gudden'sche Bestimmung beizubehalten — etwa bis (von hinten nach vorn gerechnet) 1^{mm} hinter der Kranznaht abgetragen wurde. Man kommt mit dem Messerstiele, den man zur Exstirpation verwendet, so weit nach vorn bequem schon unterhalb des Stirnbeins; doch steht nichts dem im Wege, dass man zu voller Sicherheit die Scheitelbeine ganz entfernt und noch einen schmalen Streifen vom hinteren Ende des Stirnbeins mit der Scheere abschneidet. Viele der so verstümmelten Thierchen gehen in den nächsten Tagen zugrunde, indem sie nicht mehr saugen oder durch ihre heftigen Bewegungen aus dem Neste geführt werden. Die Thiere, welche überleben, bleiben immer im Wachsthum gegen unversehrte Kaninchen zurück und zeigen andauernde Störungen des Gesichtssinnes bis zur völligen Blindheit. Kommt es nach Monaten zur Section, so findet man einen gegenüber dem absolut kleinen Substanzverluste, der gesetzt war, absolut sehr grossen Defect, es fehlt überall das ganze obere hintere Ende der Hemisphäre. Doch hat der Defect nicht immer ganz dieselbe Ausdehnung, sondern stellt sich, besonders infolge seiner unregelmässigen, manchmal zackigen Begrenzung, bald etwas grösser, bald etwas kleiner heraus.

Zwei meiner Kaninchen waren auf beiden Augen vollkommen blind. In den Räumen, in welchen sie aufbewahrt wurden, bewegten sie sich frei und ohne anzustossen, in der Haltung des normalen Kaninchens. In den Beobachtungsraum des Laboratoriums oder einen anderen fremden Raum gebracht, sassen sie gewöhnlich still, und wenn sie von Zeit zu

Zeit sich bewegten, so kamen sie entweder doch nicht von der Stelle, sondern drehten sich bloss etwas auf ihrem Platze herum; oder sie gingen nur einige Schritte und dann immer langsam und vorsichtig in der Art des geblendeten Kaninchens, indem sie vor jedem einzelnen Schritte den Kopf vorstreckten und senkten und nie weiter die Vorderbeine vorschoben, als sie zuvor das Terrain mit dem Kopfe geprüft hatten. Sie scheuten nicht, wie man auch die Hand oder das Tuch vor ihren Augen vorbeiführen mochte; es rührte sie nicht, wenn man die Augen mit grellstem Lichte ableuchtete. Sie bewegten nur die Ohren, wenn man Geräusche machte. Drückte oder stiess man sie, so gingen sie in der vorgeschilderten Weise einige Schritte. Erst wenn man sie am Schwanze oder am Ohre gekniffen hatte, liefen sie eine kurze Strecke wie normale Kaninchen. Im letzteren Falle stiessen sie dann an die Wand, wie an andere Hindernisse, welche auf ihrem Wege am Fussboden sich befanden, oder überschritten, wenn sie auf einen Tisch oder Schemel gesetzt waren, dessen Rand, so dass sie herabgefallen wären, wenn man sie nicht aufgefangen hätte; sonst beim langsamen Gehen bogen sie allen Hindernissen und auch dem Tischrande aus, nachdem sie dieselben mit dem vorgestreckten Kopfe abgetastet hatten. Diese beiden Kaninchen waren am weitesten von allen operirten Thieren in der Entwickelung zurückgeblieben und als sie am Ende der 6. bezw. 7. Woche starben, noch nicht so gross wie 3—4 Wochen alte normale Kaninchen.

Fünf weitere meiner Kaninchen waren auf einem Auge vollkommen blind. Sie waren nur mässig in der Entwickelung zurückgeblieben und konnten bis vier Monate hindurch beobachtet werden. Ihr Verhalten war überall das gleiche, in jedem anderen Raume dasselbe wie im Aufbewahrungsraume, und derart, dass man sie leicht für unversehrt hätte halten können. Erst eine genauere Untersuchung deckte die Abnormitäten auf. Wenn sie, aus einer Ecke des Zimmers aufgescheucht, nach Art normaler Kaninchen nicht durch die Mitte des Zimmers, sondern die Wand entlang laufend eine andere Ecke aufsuchten, geschah es regelmässig, dass sie die eine der beiden Nachbarecken bevorzugten; sie wählten diese Ecke selbst dann, wenn sie in ihrem Laufe sich dem Beobachter näherten oder wenn Hindernisse hier im Wege standen, und umgingen dabei die Hindernisse gut; zwang man sie aber in ihrem Laufe umzukehren, so dass das vorher der Wand zugewandte Auge jetzt ins Zimmer sah, so geriethen sie öfters an die Wand und streiften oder stiessen an die Hindernisse. Führte man die Hand oder besser aus grösserer Entfernung ein Holzstück, ein Tuch u. dgl. vor dem einen Auge des ruhig sitzenden Thieres vorbei, so blieb das Thier unbewegt; es scheute, wenn man dasselbe vor dem anderen Auge that. Und wenn man, während das Thier lief, das Holzstück dem ersteren Auge entgegenführte, stiess das Thier in dasselbe hinein, während es auswich, wenn

dasselbe vor dem anderen Auge geschah. Wurde das erstere Auge dem Thiere durch ein Pflaster verklebt, so blieb das Thier so munter und beweglich wie zuvor, und kam überhaupt keinerlei Abweichung zur Beobachtung; nicht einmal eine Reaction gegen das Pflaster stellte sich ein. Dagegen erschien das Thier plötzlich wie umgewandelt, wenn man mit dem Pflaster das andere Auge verschloss. In der Mitte des Zimmers, in welcher es sonst nie verblieben war, sass jetzt das Thier ruhig und still und bot weiter in allen Stücken dasselbe Verhalten dar, das ich oben von den beiderseits blinden Kaninchen beschrieb. Nur das kam hinzu, dass hin und wieder das Thier die gleichseitige Vorderpfote an dem verklebten Auge vorbeibewegte, wie um das Pflaster abzustreifen. Wurde das Pflaster entfernt, so war das Verhalten des Thieres sofort wieder das alte. Einmal habe ich ein solches Thier, welches schon öfters im Laboratorium untersucht worden war, nach der Verklebung des sehenden Auges, nachdem es mehrmals in der Art des geblendeten Kaninchens vorsichtig gegangen war, plötzlich laufen sehen: es prallte bald heftig gegen einen Tischfuss und sass danach auffallend lange still, ehe es wieder vorsichtig tastend zu gehen anfing.

Auf den Rest meiner überlebenden Kaninchen gehe ich nicht näher ein. Sie sahen mit beiden Augen, doch unvollkommen, wie sich daraus entnehmen liess, dass sie wesentlich öfter als normale Kaninchen an Hindernisse stiessen und bei feinerer Prüfung nur scheuten, wenn der Gegenstand von der einen, nicht wenn er von anderen Seiten dem Auge genähert wurde. Solche Erfahrungen waren auch bei den letztbeschriebenen Kaninchen für das sehende Auge zu machen. Aber weiter habe ich die Abnormitäten nicht verfolgt, weil, wie ich schon früher zu bemerken hatte, am Kaninchen infolge seiner Indolenz und geringen Intelligenz bloss die gröbsten Sinnesstörungen mit Sicherheit festzustellen sind*. Die Auskunft, die wir suchten, ist mit den vorbetrachteten Thieren gewonnen. Insbesondere auf die zweite Reihe derselben lege ich Gewicht. Man könnte bezüglich der beiderseits blinden Kaninchen noch aussetzen wollen, dass sie zu schlecht entwickelt oder nicht lange genug zu beobachten waren. Die anderen Kaninchen lassen solche Ausstellungen nicht zu, und ihre einseitige Blindheit tritt durch das gegensätzliche Verhalten, je nachdem das eine oder das andere Auge verschlossen war, ganz besonders scharf hervor.

---

* Vergl. o. S. 218. — Ich hatte wenigstens das ausmachen zu können geglaubt, mit welchem Auge das Kaninchen besser, mit welchem es schlechter sah. Indess bin ich selbst daran irregeworden, weil es mir einigemal vorkam, dass, wo ich durch die Prüfungen ermittelt zu haben meinte, dass die grössere Sehstörung für das linke Auge bestand, die Section den linken Tractus und den rechten Nervus opticus in höherem Grade atrophisch ergab, als den rechten Tractus und den linken Nervus opticus.

Also auch da, wo bald nach der Geburt die Abtragung der ganzen Sehsphären gelungen ist, stellt sich das Thier blind heraus und bleibt es für alle Zeit blind. v. Gudden hat geirrt, weil er willkürlich die Grenzen der Sehsphäre des Kaninchens zu eng genommen hat. Und doch war Vorsicht um so mehr geboten, als schon unsere Kenntniss der Sehsphären beim Menschen, beim Affen, beim Hunde lehrte, dass, je tiefer das Thier in der Säugethierreihe steht, verhältnissmässig desto grösser seine Sehsphäre ist, desto weiter nach vorn über das Grosshirn dieselbe sich erstreckt. Aber das nur nebenbei. Die Hauptsache für uns ist, dass auch die Erfahrungen am neugeborenen Thiere die Wundt'sche Lehre widerlegen. Nach diesen Erfahrungen kann es erst recht nicht anders sein, als dass die Eigenart jeder Sinnesempfindung auf der von Natur gegebenen Eigenart der centralen Sinneselemente oder Sinneszellen, welche dieser Empfindung zu dienen haben, beruht.[157]

Anmerkungen.

[149] S. o. S. 29.

[150] S. o. S. 84, 252.

[151] S. o. die dreizehnte Mittheilung.

[152] S. o. die zwölfte Mittheilung.

[153] S. o. S. 205—11.

[154] Die erste Anzeige dieser Verschiedenheit s. o. S. 18—9.

[155] Handbuch der Physiologie, Bd. I. 4. Aufl. Koblenz 1844. S. 667—8.

[156] S. auch J. Rosenthal, Allgemeine Physiologie der Muskeln und Nerven. Leipzig 1877. S. 279—82; Biologisches Centralbl., Bd. 4. 1884. No. 2—5.

[157] In einer jüngst (April 1890) erschienenen Abhandlung „Zur Frage der Localisation der Grosshirnfunctionen" (Philosophische Studien herausgeg. von W. Wundt, Bd. 6. S. 1—25) wendet sich Wundt gegen meine vorliegende Mittheilung, soweit sie wider seine Bekämpfung der Lehre von den specifischen Sinnesenergien gerichtet ist. Leider verwirrt dabei Wundt überall noch mehr, als er es schon früher that, die im grunde einfache Frage, indem er meine Unterscheidung zweierlei centraler Elemente, solcher, welche der Sinnesempfindung, und anderer, welche der Sinnesvorstellung dienen, hineinzieht. Ohne Zweifel sind auch hinsichtlich solcher Ungleichartigkeit der centralen Elemente der Grosshirnrinde grundverschieden die Anschauungen, welche mir meine Versuche verschafft haben, Wundt durch seine psychologische Erkenntniss besitzt. Aber für die Frage der specifischen Sinnesenergien ist das zunächst durchaus gleichgültig, weil es, wie ich gern wiederhole (s. o. S. 285), auf grund physiologischer Erfahrungen noch gar nicht zur Erörterung gekommen ist, ob eine specifische Verschiedenheit der centralen Vorstellungselemente überhaupt besteht oder nicht. Einzig und allein darum handelt es sich, ob die der Sinnesempfindung dienenden centralen Elemente, Wundt's „Träger der Sinnesempfindung", bei dem Individuum für die Gesichtsempfindung, die Gehörsempfindung u. s. w. von Natur specifisch verschieden gegeben sind, oder ob sie, wie Wundt will, ursprünglich alle gleich und functionell indifferent, erst von aussenher durch die Sinneseindrücke, „in Folge der Wechselwirkung mit den Vorgängen in den peripherischen Sinnesorganen", verschieden werden. Die letztere Auffassung hatte Wundt auf grund dessen vertreten, dass nach den Ergebnissen der Experimentatoren „eine Stellvertretung

(der centralen Elemente) in so weitem Maass angenommen werden muss, dass keine specifische Function mehr übrig bleibt.“ Und dagegen habe ich geltend gemacht, dass nach dem Verluste der ganzen Sehsphären das Individuum, unter Fortbestehen der übrigen Sinnesempfindungen, völlig blind ist und bleibt, selbst dann, wenn der Verlust beim Neugeborenen eingetreten ist. Ueber diesen nach Wundt's eigenen Ausführungen, wie ich sie oben wiedergab, ganz untrüglichen Beweis gegen die Wundt'sche Auffassung schweigt nun Wundt völlig; ja, er umgeht ihn sogar so geflissentlich, dass seine Darstellung glauben lässt, ich hätte mich zur Widerlegung seiner Auffassung auf die von mir gefundene Projection der Netzhäute auf die Sehsphären berufen, — wofür doch der Text oben nicht den mindesten Anhalt bietet. Dafür giebt Wundt, besonders an das sich haltend, was ich gegen die Stichhaltigkeit seiner beiden Nebengründe beigebracht habe, ein Hin und Her von Betrachtungen, welchen es nicht bloss an Klarheit, sondern auch an der Richtigkeit der thatsächlichen Unterlagen gebricht. So ist es unrichtig, dass bei Blindgeborenen, wenn Sehnerv und Hirn noch functionsfähig sind, zufällige mechanische oder andere Reize nicht Lichtempfindungen bewirken (S. 11 und S. 21; an letzterer Stelle muss ein „nicht“ ausgefallen sein, sonst wäre die Stelle ganz unverständlich); unrichtig, dass ich in dem Rindencentrum der Retina, wie Wundt die Gesammtheit meiner lichtempfindenden centralen Elemente bezeichnet, „unbesetzte Stellen“ annehme, welche sich an Functionen anpassen können, deren Träger sie vorher nicht gewesen sind; unrichtig, dass ich die specifischen Sinnesenergien durch Variation unter dem Einfluss der äusseren Lebensbedingungen entstanden sein lasse; u. dgl. m. Man wird deshalb meine obige Beweisführung nirgend durch Wundt erschüttert finden. Dass aber Wundt's psychologischer Standpunkt den physiologischen Erfahrungen gegenüber überhaupt unhaltbar ist, werde ich bei dem allgemeineren Interesse der Sache an einer anderen Stelle ausführen.

Sechzehnte Mittheilung.

(Vorgetragen in der Gesammtsitzung der Königl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin am 21. November 1889.)*

Je heftiger der Widerspruch gewesen ist, welchen meine Ermittelungen über die Sehsphären der Säugethiere von gewissen Seiten fanden, und je länger es gedauert hat, ehe der Widerspruch überwunden wurde, desto mehr werden, glaube ich, diese Ermittelungen jetzt als ein sicherer Erwerb gelten dürfen. Nur ein wesentlicher Punkt macht noch eine Ausnahme. Man ist wohl darüber einig, dass jeder Sehsphäre beim Affen (und Menschen) die gleichseitigen Hälften beider Netzhäute, beim Hunde etwa das laterale Viertel der gleichseitigen Netzhaut und die medialen drei Viertel der gegenseitigen Netzhaut zugehören. Aber für die festen Beziehungen, welche ich weiter zwischen den Netzhautbezirken einerseits und den Rindenbezirken der Hinterhauptslappen andererseits auffand, für die sogenannte Projection der Netzhäute auf die Sehsphären steht die Anerkennung noch aus. Diese Anerkennung zu fördern, wird die Aufgabe der vorliegenden Mittheilung sein.

Die erste Kenntniss des Sachverhaltes habe ich schon auf einer frühen Stufe meiner Untersuchungen gewonnen. Exstirpirte ich ein beliebiges, nicht zu kleines Stück der Rinde eines Hinterhauptslappens, so traten Sehstörungen auf, welche nur verständlich waren, wenn jetzt gewissermassen ein zweiter blinder Fleck an der einen Netzhaut bestand**. Fällt danach mit der Exstirpation einer zusammenhängenden Rindenpartie immer die Wahrnehmung für eine zusammenhängende Partie der lichtempfindlichen Netzhautelemente aus, so kann es, wie ich sagte, nicht anders sein, als dass die centralen Elemente der Sehsphäre, in welchen die Opticusfasern enden und die Gesichtswahrnehmung statthat,

---

* Sitzungsberichte der Berliner Akademie d. Wiss. 1890. S. 53 (ausgegeben am 23. Januar 1890). — Die Versuche dieser Mittheilung sind gemeinschaftlich mit Hrn. Dr. Al. Obregia aus Bucarest ausgeführt.

** S. o. S. 24—5, 29.

regelmässig und continuirlich angeordnet sind wie die lichtempfindlichen Netzhautelemente, von welchen die Opticusfasern entspringen, derart dass benachbarten Netzhautelementen immer benachbarte wahrnehmende Rindenelemente entsprechen. Aber die ohnehin zarten Beobachtungen waren bei diesen Versuchen noch dadurch erschwert, dass die Störungen sehr vergänglicher Natur waren, indem das Thier auch den neuen blinden Fleck bald vernachlässigen lernte. Ich habe deshalb später in systematischer Untersuchung am Hunde grosse und passend gewählte Stücke einer Sehsphäre entfernt, abwechselnd die vordere und die hintere, die mediale und die laterale Hälfte u. s. w., und durch die nunmehr andauernd zu beobachtenden Sehstörungen die Beziehungen der Netzhäute zu den Sehsphären genauer bestimmt*. Die Netzhaut war danach derart auf die Sehsphäre projicirt zu denken, dass der obere Netzhautrand dem vorderen Sehsphärenrande, der untere Netzhautrand dem hinteren Sehsphärenrande, der mediale Netzhautrand dem medialen Sehsphärenrande, endlich, soweit die Netzhaut der einen und die Sehsphäre der anderen Seite überhaupt zusammengehören, der laterale Netzhautrand dem lateralen Sehsphärenrande entspricht. Schliesslich habe ich auch noch mit ebensolchen Partialexstirpationen der einen Sehsphäre Totalexstirpationen der zweiten Sehsphäre am Hunde verbunden, so dass bloss ein einziger zusammenhängender Rest von den Sehsphären erhalten blieb**: diese Versuche waren am schwierigsten auszuführen, aber dafür, wo sie gelangen, die vorermittelte Projection aufs einfachste und klarste zu erkennen. Beim Affen habe ich der Untersuchung nicht die gleiche Ausdehnung gegeben. Hier zeigt, auf Querschnitten durch den Hinterhauptslappen, die Faltung von dessen Rinde, im Gegensatze zu ihrer grossen Einfachheit beim Hunde, eine ansehnliche Verwickelung; und damit waren Schwierigkeiten gegeben, welche sich nicht überwinden liessen. Ich habe mich deshalb damit begnügt, durch verschiedene grössere Partialexstirpationen festzustellen, dass, wie zu erwarten, im Princip dieselbe Projection beim Affen wie beim Hunde besteht***.

Eine Wiederholung meiner Untersuchung ist während des Jahrzehntes nicht erfolgt, und man hat von der Projection einerseits wie von einer grossen Entdeckung, andererseits fast wie von einer Fabel gesprochen. Sie musste ja wenig gelten, wo man die Abhängigkeit des einfachsten Sehens vom Grosshirn, vollends die Sehsphären bestritt; und nur ebenso natürlich war es, dass man ebendort die zarten Stützen nicht auffand, welche schon jede grössere Exstirpation im Bereiche der Hinterhauptslappen für die Projection darbietet. Auch sind pathologische

---

* S. o. S. 67—75.

** S. o. S. 88.

*** S. o. S. 29, 106—7, 125—7.

Erfahrungen am Menschen, während sie für meine übrigen Ermittelungen bezüglich der Sehsphären reichlich sich einstellten, nur spärlich zu gunsten der Projection beigebracht worden, wohl weniger infolge der Seltenheit der Krankheitsfälle, als infolge der Schwierigkeit der Beobachtungen. Bloss ein einzelnes Versuchsergebniss ist schliesslich für die Projection eingetreten. Von zwei Affen, welchen die HH. Sanger Brown und E. A. Schäfer die beiden Hinterhauptslappen abgetragen hatten, war der eine für die Dauer ganz blind, der andere jedoch nur fast blind, indem hier ein kleiner Theil des Gesichtsfeldes erhalten war, so dass hoch vorgehaltene Gegenstände gesehen wurden: und es zeigte sich, dass im letzteren Falle die Exstirpation an der unteren Fläche der Hemisphären nicht so weit nach vorn sich erstreckte wie im ersteren Falle*. Indessen haben sich mir selber bei meinen zahlreichen Sehsphären-Exstirpationen ungesucht immer neue Bestätigungen der Projection zugefunden in Fällen, in welchen die beabsichtigte Totalexstirpation beider Sehsphären an der einen oder der anderen Sehsphäre nicht vollkommen gelungen war. Einfachere und leichtere beweisende Versuche, als ich beschrieben, habe ich jedoch nicht aufzufinden vermocht.

Neuerdings hat nun ein anderer Weg wieder auf die Projection geführt. Hr. Schäfer** fand beim Affen, dass durch Reizung mit Inductionsströmen von der ganzen Rinde des Hinterhauptslappens aus associirte Augenbewegungen herbeigeführt werden. Die Augen gehen immer nach der dem gereizten Lappen entgegengesetzten Seite; und sie gehen zugleich nach unten, wenn die Reizung in der oberen (oder vorderen), nach oben, wenn sie in der unteren (oder hinteren) Zone des Hinterhauptslappens erfolgt, beidemal am stärksten, wenn die Elektroden der medialen Oberfläche des Lappens oder deren Nachbarschaft angelegt sind. Die intermediäre Zone, von welcher aus reine Seitenbewegungen erhalten werden, ist aussen breit und verengt sich nach innen, so dass sie auf der medialen Oberfläche des Lappens nur schmal ist. Gewöhnlich war die Aufwärtsbewegung der Augen von einer Hebung, die Abwärtsbewegung von einer Senkung der oberen Augenlider begleitet; aber diese Augenlidbewegungen waren bei den Versuchen ebensowenig regelmässig, wie die Veränderungen der Pupillen, welche manchmal die Augenbewegungen begleiteten. Soweit sich beobachten liess, blieben die Sehaxen immer parallel, wenn nur eine Hemisphäre gereizt wurde. Einmal, als die Elektroden auf correspondirende Punkte der medialen Oberflächen beider Hemisphären gesetzt waren, kam es zu einer schwachen Convergenz der

---

* Philos. Transact. of the R. Soc. of London, Vol. 179 (1888), B, p. 315—7, 321—3. — Brain, Vol. 10 (1888), p. 370—1; Vol. 11, p. 1.

** Brain, Vol. 11, p. 1—6. [158] — Ich führe hier alles wesentliche möglichst wortgetreu an.

Sehaxen; aber dieser Erfolg war nicht ausgesprochen oder constant genug, um viel Gewicht darauf legen zu lassen. Nehmen wir an, sagt Hr. Schäfer, dass diese verschiedenen Augenbewegungen die Folge oder Begleiterscheinungen subjectiver Gesichtsempfindungen sind, welche die Reizung herbeiführt, und dass die Bewegungen die Richtung dorthin nehmen, wohin jene Empfindungen nach aussen gesetzt werden, so zeigen die Versuche eine gewisse Verbindung zwischen den Theilen der Hirnsehfläche und der Netzhäute an: eine Verbindung, welche dahin sich bestimmen lässt, dass 1. die ganze Sehfläche einer Hemisphäre verbunden ist mit der gleichseitigen Hälfte beider Netzhäute; 2. die obere Zone der Sehfläche einer Hemisphäre mit dem oberen Theile, die untere Zone mit dem unteren Theile, die intermediäre Zone mit dem mittleren Theile der gleichseitigen Hälfte beider Netzhäute verbunden ist.

Man hat hier eine vollkommene Übereinstimmung mit meinen Ermittelungen. Aber dabei hält sich Hr. Schäfer nicht auf, sondern er fährt folgendermassen fort: „Wir können diese Beziehungen schematisch darstellen, indem wir die Sehflächen beider Hemisphären an der grossen Längsfissur vereinigt annehmen und jede Netzhaut ausgebreitet und in ihrer natürlichen Lage auf die vereinte Fläche projicirt denken. Dann übersieht man, dass die identischen Punkte beider Netzhäute einer und derselben Stelle der Hirnrinde entsprechen; dass die obere Hälfte jeder Netzhaut auf den oberen und die untere Hälfte auf den unteren Theil der vereinten Sehfläche fällt, dass die innere Hälfte der einen und die äussere Hälfte der anderen Netzhaut auf dieselbe Hemisphäre fallen, und dass eine senkrechte Zone, welche die Centren beider Netzhäute enthält, dem medialen Theile der vereinten Sehfläche entspricht. Das würde die Theile der Netzhaut, welche beim directen oder centralen Sehen betheiligt sind, mit einem Theile der medialen Oberflächen der Hinterhauptslappen verknüpfen, der wahrscheinlich ein Stück der Lobuli quadrati einschliesst. Dieses Verbindungsschema zwischen den Netzhäuten und Hinterhauptslappen weicht in mehreren Punkten von dem bekannten Schema ab, das H. Munk (Über die Functionen u. s. w., 5. Mittheilung) auf grund von Exstirpationsversuchen, hauptsächlich an Hunden, aber zum Theil an Affen formulirt hat. Die wichtigsten Unterschiede betreffen die Ausdehnung der Sehfläche* und den Theil der Hinterhauptsrinde, der mit dem centralen Theile der Netzhaut (Macula lutea) verbunden ist. Die Sehfläche (Sehsphäre) von Munk ist auf die Hinterhauptslappen beschränkt*, und die Maculae luteae sind mit

* Um das Verständniss zu ermöglichen, muss ich bemerken, dass Schäfer's „Sehfläche“ nicht bloss auf den Hinterhauptslappen, sondern auch auf dessen nächste Nachbarschaft nach vorn und nach aussen sich erstreckt. Für die Projection, um welche es sich in meiner vorliegenden Mittheilung handelt, ist das ohne Bedeutung, und deshalb komme ich im Texte nicht weiter darauf zu sprechen. Aber im Interesse

der Mitte der Convexität dieser Lappen verbunden (ebenda, S. 127). Demgemäss sollte nach der Abtragung der Mitte beider Hinterhauptslappen das centrale Sehen vernichtet sein. Aber im Gegensatze

---

der Sache liegt es, dass ich diesen „wichtigsten Unterschied" doch hier beiläufig kurz beleuchte.

In den Phil. Transact. Vol. 179 (1888), B, tritt das Ergebniss, zu welchem Schäfer durch seine (u. S. Brown's) Exstirpationsversuche gelangt war, in folgenden Sätzen hervor: „Die zwei Versuche, bei welchen die Abtragung eines bezw. beider Hinterhauptslappen vollkommen war, bestätigen ganz die bezüglichen Angaben von Munk, der behauptet, dass volle und andauernde Blindheit durch die Abtragung der Hinterhauptslappen allein, ohne die Betheiligung (implication) der Gyri angulares, herbeigeführt wird, und dass die Entfernung eines Hinterhauptslappens volle und andauernde Hemianopsie verursacht" (S. 321); und wiederum „diese zwei Versuche scheinen einen vollkommenen Beweis zu liefern für die Vorstellung, dass an der centralen Perception der Gesichtseindrücke dieser Lappen, und dieser Lappen allein von der Grosshirnhemisphäre des Affen betheiligt ist" (S. 322). Denselben Standpunkt nimmt Schäfer im Brain, Vol. 10, 1888, p. 362—72 ein. Wenn zeitweilige Hemiopie, heisst es dann dort zum Schlusse, infolge ausgedehnter Verletzungen des Schläfenlappens und einmal auch des Gyrus angularis erhalten wurde, so sind diese vorübergehenden Symptome wohl eher der Circulationsstörung im Hinterhauptslappen und dem zeitweiligen Verluste der Unterstützung, welche die Nachbartheile dem Lappen gewähren, zuzuschreiben, als dem Umstande, dass sich die Sehfläche der Rinde vom Hinterhauptslappen aus über die angrenzenden Hirntheile verbreitet. „Wäre dies der Fall beim Affen, so müsste immer etwas Sehvermögen nach der Entfernung der Hinterhauptslappen allein zurückbleiben; während Munk sowohl, wie wir selber gefunden haben, dass keine Spur von Sehvermögen erhalten ist . . . Es ist jedoch auch möglich, dass Fasern, welche mit der Rinde der angrenzenden Hirntheile und insbesondere des Gyrus angularis verbunden sind, rückwärts in den Hinterhauptslappen einbiegen und so mit diesem Lappen abgeschnitten werden. Verschiedene Thatsachen lassen sich zu gunsten dieser Vorstellung anführen, . . . doch sind wir noch nicht in der Lage, zu einer bestimmten Entscheidung in der Sache zu kommen." Nun beginnt die Mittheilung Schäfer's, von welcher oben im Texte die Rede ist, folgendermassen: „Die Sehfläche der Grosshirnrinde beim Affen, soweit sie aus den Erfolgen der Exstirpation und der elektrischen Reizung bestimmbar ist, erstreckt sich über den ganzen Hinterhauptslappen. Sie schliesst vielleicht einen Theil des Gyrus angularis oder diesen ganzen Gyrus ein, obwohl die Exstirpationsergebnisse zu zeigen scheinen, dass die Rolle, welche die letztere Windung spielt, verhältnissmässig klein ist. Abtragung beider Hinterhauptslappen führt völlige und andauernde Blindheit herbei, während auf die Zerstörung der Rinde beider Gyri angulares keine merkliche (appreciable) Sehstörung folgt. Doch veranlasst, wie sich jetzt zeigen wird, elektrische Reizung des hinteren Stückes des Gyrus angularis solche Augenbewegungen, wie sie die Reizung der angrenzenden Partie des Hinterhauptslappens liefert; es ist deshalb wahrscheinlich correct, wenigstens diese Partie des Gyrus angularis in die Sehfläche einzubeziehen." Und dazu besagt eine Anmerkung: „Einen gleichen Erfolg erhält man auf Reizung des oberen Endes des Gyrus temporalis superior und der angrenzenden Portion des Gyrus temporalis medius. Das mag daher rühren, wie gewöhnlich angenommen wird, dass subjective Gehörsempfindungen herbeigeführt werden; doch darf man nicht die Möglichkeit übersehen, dass auch diese Partie zur Sehfläche gehört, mit welcher sie in anatomischer Continuität ist". Endlich heisst es noch S. 4: „Ich habe keinen Erfolg erhalten, wenn ich mit

zu Munk habe ich das nicht so bei Affen gefunden. Wirklich war es der geringe Effect dieser beiderseitigen Verletzung, was mich zuerst an der Richtigkeit von Munk's Schema zweifeln liess. Andererseits war bei einem Versuche, welchen ich nach den obigen Ergebnissen der Rindenreizung anstellte, ein ausgesprochener Defect des centralen Sehens herbeigeführt durch eine beiderseitige Verletzung beider medialen Oberflächen. Voller und andauernder Verlust des centralen Sehens resultirte nicht, aber es fand sich nach dem Tode, dass die Verletzung nicht soviel von der medialen Oberfläche der Sehfläche, besonders auf einer Seite, betraf, wie bei der Operation beabsichtigt war. Die Frage wird mittels der Exstirpationsmethode weiter verfolgt werden müssen, und das beabsichtige ich bald in Angriff zu nehmen; doch ist die Schwierigkeit, mittels localisirter Exstirpationen der Sehfläche zu sicheren Schlüssen zu kommen, enorm. Denn die Thiere nehmen bald die Gewohnheit an, locale Defecte im Gesichtsfelde durch schnelle Augenbewegungen zu compensiren, so dass alle Bemühungen, das Vorhandensein solcher Defecte festzustellen, vereitelt werden. Ich glaube, dass, um zu genaueren Schlüssen zu kommen, die Resultate perimetrischer Beobachtung in Fällen von Hirnverletzung beim Menschen abgewartet werden müssen, und dass diese Versuche über die Sehfläche des Affen vornehmlich den Werth haben, dass sie Fingerzeige geben für die Art des Resultates, welches beim Menschen zu erwarten ist."

Hrn. Schäfer war es danach offenbar hauptsächlich um die Abweichung von meinen Ermittelungen über die Projection zu thun. Aber die Abweichung steht auf recht schwachen Füssen. Dass die Maculae luteae des Affen gerade mit der Mitte der Convexität der Hinterhauptslappen verbunden seien, habe ich gar nicht angegeben. Ich habe sie schon zuerst in der Mittheilung vom Jahre 1880, welche Hr. Schäfer citirt, nur derjenigen Rinde zugeordnet sein lassen, welche ungefähr

---

schwacher Faradisation das hintere Stück des Gyrus angularis reizte, selbst wenn gut ausgesprochene Ergebnisse mit einer bloss an der Zunge merklichen Stromstärke von den eben betrachteten Partien erhalten wurden" (über die „eben betrachteten" Partien ist keine Klarheit zu gewinnen; es ist wohl die Rinde des Hinterhauptslappens gemeint).

Ich habe damit das Material für die Würdigung des „wichtigsten Unterschiedes" vollständig vorgelegt, und ich brauche nichts hinzuzufügen. Schäfer hat wohl selber gewusst, dass die elektrischen Ströme, wenn die Elektroden vor den Grenzen des Hinterhauptslappens stehen, nicht an diesen Grenzen halt machen, und deshalb lässt sich die Aufgabe seines früheren richtigen Standpunktes nur durch den heftigen Streit erklären, in welchen er infolge seiner Bestätigung meiner Ermittelungen mit Ferrier gerathen ist (vergl. Brain, Vol. 11, p. 7, 158). Ich meine aber nicht, dass, weil einmal Ferrier, wie jetzt von den verschiedensten Seiten anerkannt ist, ganz unbrauchbare Versuche gemacht hat, noch immer mehr Kräfte an die Widerlegung Ferrier's zu verschwenden seien.

die Mitte der Convexität jedes Hinterhauptslappens einnimmt (S. 107). Sodann aber habe ich in einer Mittheilung vom Jahre 1881, welche Hrn. Schäfer entgangen ist, als „recht interessante neue Erfahrungen" betreffend die den Maculae luteae correspondirende Rinde (S. 127) zwei Versuche am Affen hervorgehoben, welche den Schäfer'schen Versuchen mindestens die Wage halten, zwei Versuche, bei deren einem ungefähr die Mitte der Convexität jedes Hinterhauptslappens exstirpirt war, bei deren anderem die ebensogrossen Exstirpationsstellen mehr nach hinten und auch etwas mehr nach innen gelegen waren: beidemal hatte der Affe nach wie vor fixirt, aber im letzteren Falle hatte sich die Sehstörung beim Fixiren auffällig grösser ergeben als im ersteren Falle; und ich habe daraus geschlossen, dass die den Foveae centrales correspondirende Rinde jederseits in der hinteren Hälfte der Convexität gelegen ist. Der ganze Unterschied zwischen Hrn. Schäfer und mir läuft also darauf hinaus, dass ich mehr auf die Verschiebung nach hinten, als auf die nach innen Gewicht gelegt habe, Hr. Schäfer gerade die Verschiebung nach innen betont: und dem kommt um so weniger Bedeutung zu, als wir doch beide anerkennen, dass unsere spärlichen Versuche am Affen eine genaue Bestimmung der Lage der fraglichen Rinde nicht ermöglichten. Wenn nun aber Hr. Schäfer bloss wegen der Verschiebung nach innen sein Schema so herstellt, dass er die Sehflächen beider Hemisphären an der grossen Längsfissur zu einer einzigen verbunden und auf diese Gesammtsehfläche jede Netzhaut in ihrer natürlichen Lage projicirt setzt, so ist sein Vorgehen nicht nur unbegründet, sondern auch unberechtigt. Denn er übersieht ganz die Faltung der Rinde am Hinterhauptslappen des Affen, insbesondere die der Oberfläche parallele Doppelschicht der Rinde mit der Umschlagstelle am medialen Rande des Lappens, daher diesem Rande gar nicht das mediale Ende der Rinde entspricht; er vergisst, dass ansehnliche und ungleich gelegene Bezirke der beiden Netzhäute am binocularen Sehen nicht betheiligt sind; er trägt nicht der Verschiedenheit Rechnung, welche Mensch, Affe, Hund u. s. w. im binocularen Sehen darbieten; er setzt sich über die Ergebnisse hinweg, welche die Exstirpationen seitlicher Sehsphärenhälften beim Affen geliefert haben*. In Erwägung alles dessen, was Hr. Schäfer vernachlässigt hat, kann man nur dabei bleiben, dass, wie in der verticalen Richtung, bei welcher wir Hrn. Schäfer selber dafür eintreten sahen, so auch in der horizontalen Richtung im Princip dieselbe Projection beim Affen (und Menschen) wie beim Hunde besteht und nicht die identischen Punkte beider Netzhäute derselben Stelle der Hirnrinde entsprechen, sondern die äussere Hälfte jeder Netzhaut der äusseren Hälfte der gleichseitigen Sehsphäre und die innere Hälfte jeder Netzhaut der inneren

* S. o. S. 106, 125—6.

Hälfte der gegenseitigen Sehsphäre zugeordnet ist. Ich habe übrigens auch inzwischen, was ich so oft beim Hunde fand, bei einem Affen beobachtet, bei welchem die beabsichtigte Abtragung beider Hinterhauptslappen nicht vollkommen gelungen war: der Affe war auf dem linken Auge völlig blind, während von einer sehr beschränkten medialen unteren Netzhautpartie des rechten Auges aus noch Lichtempfindung bestand.

Doch wenn ich auch Hrn. Schäfer's Abweichung nicht mit Stillschweigen habe übergehen dürfen, so tritt dieselbe doch zur Zeit, da es noch um die Anerkennung der Projection überhaupt sich handelt, an Bedeutung ganz zurück gegenüber seiner Übereinstimmung. Hrn. Schäfer's Ergebniss, wie es vorliegt, kann allerdings als neuer Beweis für die von mir aufgedeckte Projection nicht gelten, weil ihm die Annahme zugrundeliegt, dass durch elektrische Reizung der Rinde Sinnesempfindungen entstehen, eine Annahme, welche wohl schon von Hrn. Ferrier[159] benutzt, aber bisher durch nichts bewiesen, ja nicht einmal wahrscheinlich gemacht ist. Hinzukommt, dass Hrn. Schäfer's Folgerung wenig Werth sich beimessen lässt, weil sie nur etwas entwickelt, was in seiner zweiten Annahme bereits enthalten ist, in der Annahme, dass die Augenbewegungen die Richtung dorthin nehmen, wohin die Gesichtsempfindungen nach aussen gesetzt werden. Aber will man nicht an den sonderbarsten Zufall glauben, so muss man doch eine gewisse Stütze für die Projection in der Übereinstimmung sehen, die Anzeige eines engen Zusammenhanges zwischen den Augenbewegungen und der Projection in der Übereinstimmung erkennen.

Ich habe deshalb, die Dinge aufzuklären, in Gemeinschaft mit Hrn. Dr. Al. Obregia aus Bucarest Versuche unternommen, und zwar am Hunde, weil bei diesem Thiere die Rinde des Hinterhauptslappens nur wenig und dabei übersichtlich gefaltet und die Sehsphäre am besten bekannt ist. Die Thiere waren für die Zeit der Freilegung des Hirns mit Äther betäubt und unterlagen danach ohne jede Narkose der Prüfung. Hr. Obregia wird die Versuche an einem anderen Orte ausführlich mit allen Einzelheiten darlegen.[160] Ich beschränke mich hier auf eine Übersicht der Versuche und erörtere die Ergebnisse. Für die Ortsbestimmungen halte ich mich an die Abbildung vom Hundehirn, welche ich im J. 1878 gab (s. o. Fig. 3 S. 50), und welche seitdem eine weite Verbreitung gefunden hat. Die Windungen der Convexität zähle ich von der grossen Längsfissur aus, so dass es die vierte Windung ist, welche die Fissura Sylvii umgiebt.

Wie es Hrn. Schäfer's sehr verdienstliche Ermittelung beim Affen voraussehen liess, führt auch beim Hunde Reizung mit Inductionsströmen von der Sehsphäre aus associirte Augenbewegungen nach der der Reizung entgegengesetzten Seite herbei, und gehen die Augen zugleich nach unten, wenn die Reizung in der vorderen, nach oben, wenn die Reizung in der

hinteren Zone der Sehsphäre erfolgt. Die intermediäre Zone, von welcher aus es zu reinen Seitenbewegungen kommt, ist nur schmal und meist noch nicht halb so breit wie die Stelle A_1, von welcher etwa der mittlere Theil in diese Zone fällt. Die Aufwärtsbewegung erfolgt am stärksten von der zweiten Windung aus und nimmt mit der Annäherung der Elektroden an die grosse Längsfissur ab; die Abwärtsbewegung zeigt unter der gleichen Veränderung der Elektrodenstellung keine Abnahme, sondern öfters sogar eine Zunahme. Die Stromstärken, deren man für die erfolgreiche Reizung bedarf, sind von gleicher Ordnung mit denjenigen, durch welche es von den bekannten anderen Hirnrindenstellen aus zu Bewegungen der Extremitäten kommt[161]; für die Aufwärtsbewegung sind sie etwas kleiner als für die Abwärtsbewegung. Vielfach verbinden sich mit den Augenbewegungen Bewegungen der oberen Augenlider und Erweiterungen der Pupillen, deren nähere Betrachtung hier unterbleiben darf. Geht man mit der Reizung etwas über die vordere Grenze der Sehsphäre hinaus in die Region *F* hinein oder über die laterale Grenze der Sehsphäre hinaus in die Hörsphäre *B* hinein, so bleiben, wenn man nicht ungebührlich die Stromstärken vergrössert, die Augenbewegungen aus.

Die Augenbewegungen, welche nach allem angeführten unzweifelhaft die Folgen örtlich begrenzter Reizungen der Sehsphärenpartien sind, haben keineswegs eine geringe Grösse und sind sogar oft, gerade auch von der hinteren Sehsphärenzone aus, recht auffallend. Dass sie trotzdem so lange der Beobachtung entgingen, dass selbst Experimentatoren, welche ihr besonderes Augenmerk darauf richteten, als hintere Grenze für die Herbeiführung von Augenbewegungen die vorderste Sehsphärenpartie angaben, kann den nicht verwundern, der die Entwickelung der Lehre von der Reizbarkeit der Grosshirnrinde im ganzen überschaut; und die möglichen Ursachen alle zu erwägen, würde ohne Nutzen sein. Im vorliegenden Falle darf man es übrigens als einen glücklichen Umstand bezeichnen, dass die richtige Erkenntniss sich so verspätete. Denn wären nicht ein vorderer motorischer und ein hinterer nicht motorischer Theil der Grosshirnrinde zu unterscheiden gewesen, so hätte den Fritsch-Hitzig'schen Ermittelungen das grob Überzeugende und die Gegner zunächst Bekehrende gefehlt; und die später erworbene Einsicht in die Sinnessphären der Grosshirnrinde wäre bei der Kurzsichtigkeit, mit welcher man alle Rindenstellen, deren Reizung Bewegungen lieferte, zu motorischen Centren machte oder zu einem grossen motorischen oder psychomotorischen Rindengebiete zusammenfasste, auf einen noch viel grösseren Widerstand gestossen, als es ohnedies schon der Fall war.

Jetzt handelt es sich darum, wie mit unserer bisherigen wohlbegründeten Kenntniss der Sehsphären die neuen Erfahrungen zu vereinigen sind. Wir finden den Weg, indem wir uns der Folgen erinnern,

welche die Totalexstirpation beider Sehsphären mit sich bringt[162]. Das Thier ist vollkommen blind; aber seine Augenbewegungen sind ungeschädigt, die sogenannten willkürlichen ebenso wie die unwillkürlichen, natürlich die gerade vom Sehen abhängigen Bewegungen ausgenommen, die ja am blinden Thiere fehlen müssen. Diese meine alte Erfahrung habe ich im Laufe der Jahre vielfach wieder machen können, und ich habe mich noch neuerdings an rindenblinden Hunden und Affen ganz besonders davon überzeugt, dass die Augenbewegungen sich fortsetzen, auch wenn das Thier im übrigen vollkommen in Ruhe verharrt und jede äussere Einwirkung auf seine verbliebenen Sinne fortgefallen ist. Mit den vom Sehen unabhängigen Augenbewegungen des Thieres hat also die Sehsphäre gar nichts zu schaffen — weder erfolgt deren Anregung von der Sehsphäre aus, noch führt die Leitungsbahn vom Orte ihrer Anregung zur Peripherie durch die Sehsphäre hindurch —; und daher lassen sich die Augenbewegungen, welche die elektrische Reizung der Sehsphäre herbeiführt, nur zu denjenigen Augenbewegungen des Thieres in Beziehung setzen, welche die Folgen seines Sehens sind.

Als nächstliegende Auffassung bietet sich dann die folgende dar. Ausserhalb der Sehsphäre und im sogenannten motorischen Gebiete, in meiner Fühlsphäre sind zwei Rindenstellen bekannt, deren elektrische Reizung Augenbewegungen nach sich zieht, die eine Stelle im vorderen Theile der Region *F*, die andere im vorderen Theile der Region *H* gelegen; und nach den Einen von der ersteren, nach den Anderen von der letzteren Stelle aus werden bei den Eigenbewegungen des Thieres die Augenmuskeln in Thätigkeit versetzt, gerade so wie von benachbarten Rindenstellen in *D* oder *C* aus die Arm- bezw. Beinmuskeln. Wenn ein Thier infolge dessen, dass es etwas sieht, Bewegungen macht, hat man demgemäss anzunehmen, dass die durch die Sehnervenfasern zur Sehsphäre geleitete Erregung in der Sehsphäre auf Associationsfasern übertragen wird, welche dieselbe mit der Fühlsphäre verbinden, das eine Mal auf diese, das andere Mal auf jene Associationsfasern je nach der Art der Bewegung, und dass so die Erregung durch gewisse Associationsfasern zur Rindenstelle in *D* bezw. *C* gelangt, wenn Arm- bezw. Beinbewegungen, durch andere Associationsfasern zur Rindenstelle in *F* oder *H*, wenn Augenbewegungen eintreten. Entsprechend kommt es in unserem Falle durch die Reizung mit Inductionsströmen von der Sehsphäre aus zu Augenbewegungen, indem die durch die elektrischen Reize herbeigeführte Erregung in den Associationsfasern, welche von der Sehsphäre zur Rindenstelle in *F* oder *H* verlaufen, zu dieser Rindenstelle sich fortpflanzt, sei es dass in den centralen Elementen der Sehsphäre, sei es dass in den bezeichneten Associationsfasern selber, wo sie an der Sehsphäre endigen, die Erregung durch die Reize entsteht.

Aber gegen diese Auffassung muss sogleich Bedenken erregen, dass

der elektrischen Reizung immer nur Augenbewegungen oder höchstens noch die gewissermassen zugehörigen Bewegungen der Augenlider und der Iris folgen, nie jedoch Bewegungen einer anderen Kategorie, z. B. Arm- oder Beinbewegungen. Man könnte dafür freilich zunächst noch eine Erklärung finden. Aus guten Gründen hält man dafür, dass, wenn auch die Erregung einer Stelle des Centralnervensystems alle von dieser Stelle ausgehenden Bahnen betritt, doch ihrer Fortpflanzung auf den verschiedenen Bahnen ein verschiedener Widerstand sich entgegenstellt und unter sonst gleichen Umständen ein desto geringerer Widerstand, je ausgeschliffener, wie man es nennt, die Bahnen sind, je häufiger sie schon vorher von der Erregung durchlaufen waren. Unter allen Associationsbahnen zwischen der Sehsphäre und der Fühlsphäre würde danach der geringste Widerstand den Bahnen für die Augenbewegungen sich zuschreiben lassen, da diese Bewegungen viel öfter als alle anderen im Leben mit dem Sehen verknüpft sind. Und darin könnte man das Hervortreten der Augenbewegungen bei unseren Versuchen begründet annehmen, indem diese Versuche, weil es auf eine räumlich möglichst eingeengte Reizung ankam, auf schwache Reize sich beschränkten, auf Reize, die kaum über die Grösse hinausgingen, bei welcher zuerst Bewegungen sich einstellten. Doch wenn mit der Erklärung das Richtige getroffen wäre, müssten stärkere Reizungen auch auf den widerstandreicheren Bahnen zu Bewegungen führen, und das ist durchaus nicht der Fall. Man kann, nachdem die Augenbewegungen zur Beobachtung gekommen sind, wenn die Elektroden an der vorderen Sehsphärenzone sich befinden, noch recht ansehnlich und wenn die Elektroden auf der mittleren oder vollends der hinteren Sehsphärenzone stehen, sogar sehr beträchtlich die Inductionsströme verstärken, ehe unter der übermächtigen und mehr und mehr ausgebreiteten Reizung ein epileptischer Anfall entsteht, und bis dahin bleibt es immer bei den Augenbewegungen allein. Will man nicht zu den willkürlichsten Annahmen greifen, muss man so erkennen, dass den Augenbewegungen eine Sonderstellung zukommt, wie sie mit unserer Auffassung sich nicht verträgt.

Eine weitere Prüfung stellt denn auch auf ganz anderem Wege*

---

* Über Versuche ähnlicher Art ist uns, seitdem wir im Frühjahr 1889 die Untersuchung ausführten, folgendes bekannt geworden, mit dessen Zusammenstellung wir uns begnügen dürfen. An einem Affen hat Schäfer (Internat. Monatsschr. f. Anat. u. Physiol. 1888, Bd. 5, Heft 4) erst den einen, dann den anderen Stirnlappen vor der Fissura Rolandi abgetragen und dazu noch den Balken durchschnitten: elektrische Reizung des Hinterhauptslappens führte auch dann associirte Augenbewegungen nach der der Reizung entgegengesetzten Seite herbei. „Es ist also klar — sagt Schäfer — dass diese hinteren reizbaren Regionen die in Rede stehende Bewegung nicht nothwendig so herbeiführen, dass sie die graue Substanz der Stirnrinde in Thätigkeit setzen, und das Centrum, durch welches sie nach der Entfernung jener grauen Substanz operiren, in einer tieferen Partie des Hirns (höchstwahrscheinlich

die Auffassung als unzutreffend heraus. Führt man am vorderen Rande der Sehsphäre einen Frontalschnitt durch die Hemisphäre, wie ich ihn neulich für die Sehsphären-Exstirpation empfahl (S. 276), nur tiefer, so dass er den Ventrikel eröffnet und sein unteres Ende horizontal vom Balkenrande zu dem Punkte geht, in welchem nach meinen Abbildungen der vordere und der laterale Rand der Sehsphäre zusammenstossen, so erhält man, wofern man nicht die Elektroden gerade in der Nähe der Schnittfläche aufsetzt, durch die elektrische Reizung von der Sehsphäre aus nach dem Schnitte die Augenbewegungen wie vor dem Schnitte. Auch ändert sich darin nichts, wenn man noch einen zweiten Schnitt hinzufügt, der in verticaler Fortsetzung des ersten von dessen vorderem lateralen Ende aus vor dem absteigenden Horne des Seitenventrikels längs der Convexität der Hemisphäre bis zur Spitze des Schläfenlappens verläuft und unter Schonung der dem Thalamus opticus aussen anliegenden 1—2^{mm} dicken Schicht (sie enthält das sagittale Marklager des Hinterhauptslappens*) Rinde und Mark durchtrennt. Hier sind nach allem, was wir über die Lage der Associationsfasern wissen, schon durch den

in der grauen Substanz der Vierhügel) zu suchen ist. Damit ist nicht bewiesen, dass sie nicht, wenn die Stirnrinde unversehrt ist, durch dieses Centrum operiren," d. h., wie aus dem Vorhergehenden und Nachfolgenden sich ergiebt, durch das vordere (motorische) Centrum in der Stirnrinde. Ferner hat Danillo in einer vorläufigen Mittheilung (Wratsch, 1888, No. 48) — welche uns nach den Referaten wie nach der Übersetzung, die wir aus dem Russischen anfertigen liessen, mehrfach unklar geblieben ist — angegeben, dass die associirten Augenbewegungen nach der der Reizung entgegengesetzten Seite, welche er durch elektrische Reizung der weissen Substanz des Hinterhauptslappens bei ganz jungen Hunden und Katzen erhielt, bestehen blieben, sowohl wenn er die Rinde der vorderen motorischen Region abtrug, wie wenn er durch einen $1^1/_2$^{cm} tiefen Querschnitt den vorderen Hirntheil von dem hinteren trennte, wie auch wenn er ebenso tiefe Längsschnitte parallel dem medialen Rande der Hemisphäre längs der ersten Occipitalwindung und auch im Bereiche des Gyrus angularis führte. Danillo schliesst daraus, dass die Centren für die associirten Augenbewegungen weder in der motorischen noch in der Hinterhauptsregion der Grosshirnrinde, sondern tiefer gelegen sind. Diesen Schluss bestreitet dann Bechterew (Neurolog. Centralbl. 1889, No. 18, S. 518 Anm.). Nach ihm befinden sich solche Centren sowohl in der motorischen wie in der Occipitalgegend; ihr Vorhandensein im Occipitallappen könne man, wie er glaube, „schon daraufhin für bewiesen ansehen, dass nach Schnitten, die entsprechend der Lage dieser Centra die Rinde von den tiefer gelegenen Theilen trennen, ihre Reizung nicht mehr die gewohnten Bewegungen auslöst". Dafür citirt er seine russisch geschriebene „Physiologie der motorischen Hirnrindenzone" im russischen Archiv für Psychiatrie 1886 und 1887, eine Mittheilung, über welche sonst keine Notiz zu finden ist. Endlich hat P. Rosenbach (Neurolog. Centralbl. 1889, No. 9, S. 255) angegeben, dass „die mit Beständigkeit vom Occipitallappen, am besten von einem bestimmten Punkte der Munk'schen Sehsphäre aus zu erzielende seitliche Ablenkung der Augäpfel in allen Fällen auch nach völliger Zerstörung der motorischen Region bestehen bleibt".

* Vergl. Wernicke, Lehrbuch der Gehirnkrankheiten, Bd. I. Kassel 1881. S. 87 Fig. 45*s*.

ersten Schnitt und vollends durch die beiden Schnitte die Associationsbahnen unterbrochen worden, welche die Sehsphäre mit der Rindenstelle in *F* oder *H* verbinden, und daher können diese Bahnen nicht dabei betheiligt sein, wenn durch die elektrische Reizung der Sehsphäre Augenbewegungen entstehen.

Den Commissuren- oder Balkenfasern, welche von der Sehsphäre ausgehen, kann aber erst recht keine Bedeutung dabei zukommen, weil unter solcher Annahme schon nicht einmal eine Vorstellung von dem Vorgange zu gewinnen ist, die sich nicht ohne weiteres als unhaltbar erwiese. Zum Überflusse braucht man nur den hinteren Theil des Balkens der Länge nach zu durchschneiden, an dem unversehrten Hirn oder nachdem die vorbeschriebenen Schnitte ausgeführt sind, und man sieht ferner noch der Reizung die Augenbewegungen nachfolgen. Somit bleibt allein übrig, dass diese Augenbewegungen zustandekommen, indem die durch die elektrischen Reize herbeigeführte Erregung in Radiärfasern des Stabkranzes zu niedereren (subcorticalen) Hirntheilen sich fortpflanzt, sei es dass die Erregung in den centralen Elementen der Sehsphäre, sei es dass sie in den Radiärfasern, wo diese von der Sehsphäre abgehen, durch die Reize entsteht. Und dass dem so ist, erweist auch der Versuch. Führt man am lateralen Rande der Sehsphäre einen Horizontalschnitt durch die Hemisphäre, wie ich ihn für die Sehsphären-Exstirpation empfahl (S. 275), so bleiben fortan die Augenbewegungen nach der elektrischen Reizung der Sehsphäre aus. Man kann den Versuch zu allen Zeiten machen, aber am besten stellt man ihn an der noch unversehrten Hemisphäre an; denn der Blutverlust und die Störung des Blutumlaufes im Hinterhauptslappen lassen sich dann nicht für den Erfolg verantwortlich machen, weil sie in der Regel viel kleiner sind, als wenn man den erstbesprochenen Frontalschnitt ausführt oder gar mehrere der vorbehandelten Schnitte nach einander anlegt. Eine recht interessante Abänderung des Versuches bietet sich noch dar, wenn man am unversehrten Hirn den Horizontalschnitt nicht mit etwas schräg nach oben gerichtetem Scalpell ausführt, wie es für den Zweck der Sehsphären-Exstirpation erforderlich war (S. 276), sondern mit etwas schräg nach unten gerichtetem Scalpell, so dass dessen Spitze ein wenig unterhalb des Balkens dahinzieht: alsdann sind die Associations- wie die Balkenfasern erhalten, die Radiärfasern getrennt, und die Augenbewegungen auf Reizung sind fortgefallen. Bringt auch in diesem Falle die Blutung in den Ventrikel eine Verwickelung mit sich, so ist doch deren Bedeutungslosigkeit daraus zu entnehmen, dass die gleiche Blutung im Falle des Frontalschnittes und seiner Verlängerung sich unschädlich erweist.

Zu unserer alten Kenntniss von der Sehsphäre als centralem Organe für das Sehen kommt also neu hinzu die Einsicht in gewisse Verbindungen, welche die Sehsphäre mit anderen Centralorganen eingeht,

in diejenigen Verbindungen, welche die Bewegungen vermitteln, welche Folgen des Sehens sind. Man durfte bezüglich des Zustandekommens dieser Bewegungen annehmen, dass von den dem Sehen dienenden centralen Elementen der Sehsphäre aus die Erregung durch Associationsfasern zu anderen Rindengebieten und von hier aus zu niedereren (subcorticalen) Hirntheilen sich fortpflanzt. Jetzt wissen wir, dass der Stabkranz der Sehsphäre ausser den Sehnervenfasern, deren centralwärts zur Sehsphäre geleitete Erregung das Sehen bedingt, auch Radiärfasern enthält, deren von der Sehsphäre aus peripherwärts zu niedereren (subcorticalen) Hirntheilen geleitete Erregung Bewegungen veranlasst; dass jedoch bloss Augenbewegungen infolge des Sehens (mit zugehörigen Augenlid- und dgl.[163] Bewegungen) auf diesem Wege entstehen; und dass alle anderen Bewegungen, welche Folgen des Sehens sind, der Vermittelung von Associationsfasern und anderen Rindengebieten bedürfen. Unsere Erfahrungen schliessen nicht die Möglichkeit aus, dass auch auf die letztere Weise Augenbewegungen infolge des Sehens herbeigeführt werden; aber sicher ist, dass gewisse Augenbewegungen vor allen übrigen Bewegungen, welche Folgen des Sehens sind, dadurch ausgezeichnet sind, dass sie auf dem nächsten und kürzesten Wege durch Radiärfasern der Sehsphäre zustandekommen.

Über die Art der so bevorzugten Augenbewegungen kann dann kein Zweifel sein. Meine letzte Mittheilung gab mir Anlass hervorzuheben[164], wie Retinareflexe und Sehreflexe beim Thiere auseinanderzuhalten sind. Dass auf Lichteinfall in das Auge die Pupille sich verengt, ist ein Retina- oder Opticusreflex, eine gemeine Reflexbewegung, für welche es der Lichtempfindung nicht bedarf, und welche ohne das Grosshirn unter der Vermittelung niederer Hirntheile zustandekommt. Dagegen sind es, wie ich sagte, Sehreflexe, Sinnesreflexe, welche unter Mitwirkung der Sehsphäre sich vollziehen, wenn — ohne Zuthun der Aufmerksamkeit und Überlegung — auf die Annäherung der Hand das Auge blinzelt oder das Thier in Bewegung dem Hinderniss ausweicht. Für diese Sehreflexe muss die Erregung, wie wir nunmehr hinzufügen können, den Weg von der Sehsphäre aus durch Associationsfasern zu anderen Rindengebieten und erst durch deren Radiärfasern zu den niederen Centren nehmen. Aber die angezogenen Beispiele, ebenso das Zurücktreten vor der geschwungenen Peitsche, das Sichducken vor dem geworfenen Steine, das Pariren mit dem vorgestreckten Arme u. dgl. m. sind schon Sehreflexe höherer Ordnung: Reflexe, welche bei aller sonstigen Mannigfaltigkeit das gemein haben, dass sie nicht angeboren, sondern erworben sind, und dass für das anfängliche Auftreten der Bewegungen — unter Mitwirkung von Aufmerksamkeit und Überlegung — Gesichtsvorstellungen und noch weitere Vorstellungen entstehen mussten. Daneben finden wir bei den Thieren noch eine dritte Art von Reflexen, welche gewisser-

massen in der Mitte zwischen den beiden ersteren Arten steht, Sehreflexe niederster Ordnung, welche angeboren sind und zu keiner Zeit Gesichtsvorstellungen, sondern bloss Lichtempfindungen oder Gesichtswahrnehmungen zur Voraussetzung haben: die unwillkürlichen Augenbewegungen, welche den Blick wandern und vorher undeutlich Gesehenes fixiren lassen. Diese Reflexe, ausschliesslich Augenbewegungen[165] in unmittelbarer und nächster Folge des Sehens, müssen es sein, für welche die durch Radiärfasern zur Sehsphäre geleitete Erregung unmittelbar wieder durch Radiärfasern der Sehsphäre zu den niedereren (subcorticalen) Centren gelangt.

Alle die Einsicht hat uns, wie wohl zu beachten ist, die Verfolgung der Nervenbahnen, welche von der Sehsphäre abgehen, verschafft, ohne dass wir von den Folgen der elektrischen Reizung der Sehsphäre mehr als das blosse Auftreten von Augenbewegungen ins Auge fassten und ohne dass wir es zu entscheiden brauchten, ob infolge der elektrischen Reizung die Erregung in den centralen Elementen der Sehsphäre oder in den Associations- bezw. Radiärfasern, wo diese von der Sehsphäre abgehen, entstand. Nun versteht es sich aber zugleich, dass die Augenbewegungen infolge der elektrischen Reizung der Sehsphäre nicht bloss, wie wir zuerst fanden, Augenbewegungen des Thieres, welche die Folgen seines Sehens sind, sondern im besonderen denjenigen Augenbewegungen entsprechen, welche den Blick wandern und vorher undeutlich Gesehenes fixiren lassen. Aus den Richtungen der Augenbewegungen, welche wir bei der Reizung der Sehsphäre beobachteten, ist dann zu schliessen, dass jeder Sehsphäre die gleichseitigen Stücke beider Netzhäute diesseits der Stelle des deutlichsten Sehens zugehören und der vorderen, mittleren, hinteren Zone der Sehsphäre bezw. die oberen, mittleren, unteren Bezirke jener Netzhautstücke zugeordnet sind. So fällt uns die Projection, zu welcher Hr. Schäfer beim Affen mit Hülfe seiner Annahmen gelangt ist, auf unserem Wege beim Hunde als das Ergebniss der Untersuchung zu.

Doch ist das Ergebniss nur einwandsfrei, wenn man anerkennt, was als das Einfachste und Natürlichste allen meinen bisherigen Betrachtungen über die Sehsphäre zugrundelag, dass die Sehnervenfasern nach ihrem Eintritte in die Sehsphäre zunächst und unmittelbar mit den centralen Elementen, welche der Lichtempfindung dienen, in Verbindung treten. Gerade hier könnte man das bestreiten wollen: man könnte annehmen, dass die Sehnervenfasern ihre nächste Verbindung in der Sehsphäre mit centralen Elementen der gewöhnlichen Art, wie sie die niedereren Hirntheile und das Rückenmark enthalten, eingehen und von diesen gemeinen Reflexcentren aus einerseits Verbindungsfasern zu den der Lichtempfindung dienenden centralen Elementen ziehen, andererseits die Radiärfasern der Sehsphäre, welche die Erregung peripherwärts leiten, entspringen. Die Folgen der elektrischen Reizung der Sehsphäre würden

dann gar nicht Augenbewegungen des Thieres, welche Folgen des Sehens sind, zu entsprechen brauchen, demzufolge auch nicht die Projection beweisen, sondern sie würden, gleichviel ob sie auf der Erregung der gemeinen Reflexcentren oder der Radiärfasern beruhten, immer nur darthun, dass die beiden Sehsphären und ihre Zonen — für vorläufig unbekannte Zwecke — in verschiedenen Beziehungen zu den verschiedenen Augenbewegungen stehen. Diesem Einwande zu begegnen, müssen wir nochmals den Reizungen der Sehsphäre uns zuwenden.

Die Augenbewegungen, welche ich oben S. 300 beschrieb, sind die gewöhnlichen und regelmässigen Reizerfolge, welche man bei der groben Untersuchung findet; und wenn hin und wieder einmal bei der Durchmusterung der Sehsphäre ein abweichender Erfolg sich einstellt, ist man geneigt, ihn einer Eigenbewegung des Thieres zuzuschreiben oder anderen uncontrolirbaren Zufällen, an welche man bei derlei Untersuchungen immer denken muss. Sieht man indess näher zu, so ordnen sich die anscheinend regellosen Ausnahmen allmählich mehr und mehr zusammen; und schliesslich stellt es sich als eine strenge Gesetzmässigkeit heraus, dass unter gewissen Bedingungen, in Abhängigkeit vom Orte der Reizung und von der Stellung der Augen zur Zeit der Reizung, keine associirten Augenbewegungen eintreten. Reizt man die Mitte der Stelle A_1, sagen wir der linken Sehsphäre, so bleiben, wenn der Hund gerade fixirt, beide Augen ganz unbewegt, oder es geht das linke Auge etwas nach rechts, während das rechte Auge ein wenig nach rechts oder links sich wendet; und wenn der Hund nicht fixirt, bewegt sich das linke Auge immer stark nach rechts, während das rechte Auge auch hier ganz in Ruhe verharrt oder nur ein wenig nach rechts oder links sich wendet. Dass dabei überall das obere Augenlid sich hebt und die Pupille eine rasch vorübergehende Erweiterung erfährt, giebt für den Fall der Ruhe oder der nur spurweisen Bewegung des Auges die erwünschte Sicherheit, dass die Reizung wie sonst sich vollzog. Reizt man ferner in der Nähe des vorderen lateralen Endes der Sehsphäre, indem die Elektroden auf der zweiten Windung lateralwärts von der dieselbe hälftenden Furche oder ebendort und auf der dritten Windung stehen, so gehen zwar beide Augen nach rechts und zugleich mehr oder weniger nach unten, wenn der Hund fixirt; sie convergiren aber ansehnlich, wenn der Hund nicht fixirt.

Noch mehr derartige Versuchsergebnisse haben wir erhalten, aber ihre Bedingungen bisher nicht mit der gleichen Sicherheit ermitteln können. Denn die Untersuchung ist dadurch erschwert, dass manche Hunde, nachdem sie aus der für die Operation eingeleiteten Äthernarkose erwacht sind, in steter Aufregung bleiben und unausgesetzt bald auf dies, bald auf jenes achten, das vor ihren Augen ist. Vollkommen brauchbar sind hier nur die anderen Hunde, welche von vorneherein geduldig oder nach kurzer Dauer des Versuches beruhigt sind, so dass sie, je

nachdem man sich mit ihnen beschäftigt oder nicht, abwechselnd bei gespannter und bei mangelnder Aufmerksamkeit sich prüfen lassen. An solchen Hunden sind die angeführten Erfahrungen alle bequem zu machen, und sie genügen, um den Einwurf zurückweisen zu lassen, der uns beschäftigt. Ihm liess sich früher nichts entgegenstellen, weil in den associirten Augenbewegungen nach rechts, nach links, nach oben, nach unten, welche Hr. Schäfer beim Affen fand und wir oben zunächst für sich allein vom Hunde angegeben haben, nichts enthalten ist, was sie von Bewegungen, wie sie als gemeine Reflexbewegungen vorkommen, unterschiede. Aber aus dem Rahmen solcher Bewegungen heben die neuen Erfahrungen mit den alten vereinigt die Reizerfolge heraus. Denn dass auf eine und dieselbe Reizung die Augen das eine Mal in Ruhe bleiben und das andere Mal sich bewegen, das eine Mal associirte und das andere Mal Convergenzbewegungen machen, ist nicht denkbar, wenn ausschliesslich von der Erregung von Nervenfasern oder gemeinen Nervenzellen der Erfolg abhängig ist. Es ist bloss verständlich und stimmt dann auch mit dem zu Erwartenden überein, wenn Sinnesempfindungen bestimmend für den Erfolg sind, wenn Lichtempfindungen die Einstellung der Augen veranlassen.

Ebenso widerlegen den Einwurf andere Versuchsergebnisse. Verstellt man, von der Mitte der Stelle A_1 ausgehend und immer wieder nur schwache Reize, welche eben erfolgreich sind, verwendend, die Reizelektroden nach vorn und nach hinten, am besten indem man auf der zweiten Windung medialwärts von der dieselbe hälftenden Furche bleibt, so nimmt, je weiter vorn man reizt, die Abwärtsbewegung, je weiter hinten, die Aufwärtsbewegung der Augen zu; und ausnahmslos ist die stärkste Abwärtsbewegung, die sich überhaupt erzielen lässt, kleiner als die stärkste Aufwärtsbewegung. Um alles das zu erklären, ohne der Lichtempfindung zu bedürfen, müsste man zu einer Anzahl der willkürlichsten und unwahrscheinlichsten Annahmen seine Zuflucht nehmen. Dagegen versteht es sich auf grund von Augenbewegungen, welche zur Fixation des vorher undeutlich Gesehenen führen, ganz einfach und vollkommen, da die Stelle des deutlichsten Sehens beim Hunde im oberen äusseren Quadranten der Netzhaut gelegen ist, dort wo das Tapetum die grösste Höhe hat, ungefähr in der Mitte dieser grössten Höhe. Man kann daher nicht wohl in der Entscheidung schwanken; und dass sie richtig gefallen, erhärten auch weitere Erfahrungen. Man findet nämlich bei manchen Hunden die stärkste Abwärtsbewegung nicht bloss kleiner, sondern auffällig kleiner als die stärkste Aufwärtsbewegung; und wie die Section herausstellt, sind das immer Hunde, deren Tapetum bei normaler Grösse ungewöhnlich hoch gelegen ist. Bei solchen Hunden verläuft der untere Rand des Tapetums in ansehnlichem Abstande von dem horizontalen Meridiane oder der Papilla optica, während er sonst

die letzteren erreicht, hin und wieder sogar sie etwas nach unten hin überschreitet[166]. Wir haben, seitdem wir die richtige Einsicht erlangt hatten, regelmässig nach den Reizerfolgen die Lage des Tapetums voraussagen können: so fest ist das grössere oder geringere Zurückbleiben der stärksten Abwärtsbewegung gegen die Aufwärtsbewegung an die höhere oder tiefere Lage der Stelle des deutlichsten Sehens geknüpft.

Auf dem eingeschlagenen Wege lässt sich also mittels der Folgen der elektrischen Reizung der Sehsphäre ein selbständiger Beweis der Projection erbringen, ganz unabhängig von dem Nachweise, den ich früher für dieselbe lieferte. In der wissenschaftlichen Schätzung kommt unzweifelhaft dem alten Nachweise die höhere Stellung zu, weil die damals geübte Methode der Exstirpationen geradesweges zu dem Ziele führt, welches mittels der Methode der Reizungen nur auf Umwegen, erst mit Zwischengliedern, wenn diese auch gesichert sind, zu erreichen ist. Hinwiederum bietet der neue Beweis den Vortheil dar, dass die leichteren und weniger umständlichen Reiz- und Schnittversuche, nach der bisherigen Vorliebe weiter Kreise zu urtheilen, eher Wiederholung finden dürften, als die in Ausführung wie Beobachtung gleich schwierigen und mindestens Monate erfordernden Exstirpationsversuche. Jedenfalls aber ist es von nicht zu verkennendem Werthe, dass die Übereinstimmung der Ergebnisse nach beiden Methoden die Sicherheit der gewonnenen Einsicht verbürgt. Und noch weiter sogar erstreckt sich die Übereinstimmung, als ich sie bisher habe ins Auge fallen lassen. Denn die Ergebnisse, welche die Reizung des vorderen lateralen Endes der Sehsphäre liefert, sind erst vollkommen verständlich, wenn mit jenem Ende die vordere laterale Partie der gleichseitigen Netzhaut in Verbindung ist, und die Reizerfolge von der Mitte der Stelle A_1 aus, wenn dieser Stelle die Stelle des deutlichsten Sehens der gegenseitigen Netzhaut zugehört; man hat bei den letzteren Reizungen die bezeichnete Hirnstelle genau getroffen, wenn beide Augen in Ruhe bleiben oder nur ein Auge sich bewegt, nicht ganz genau, wenn beide Augen sich bewegen. Hrn. Schäfer's Unternehmen, die von mir gefundene Projection, soweit sie die horizontale Ausdehnung von Sehsphäre und Netzhaut betrifft, zu berichtigen, erfährt auch hier, wie man sieht, durch die Thatsachen seine Verurtheilung.

Naturgemäss aber hat der neue Streifzug in ein jungfräuliches Gebiet zugleich auch neuen Erwerb gebracht. Dass auf zweierlei Bahnen die Bewegungen infolge des Sehens zustandekommen und auf dem kürzesten Wege durch Radiärfasern der Sehsphäre die niedersten Sehreflexe, vertieft unseren Einblick in Aufbau und Leistungen nicht bloss der Sehsphäre, sondern, wie sich in der Folge zeigen wird, der Grosshirnrinde überhaupt. Die Projection der Netzhäute auf die Sehsphären tritt als das Substrat für die Localzeichen der Gesichtsempfindungen jetzt in ihrer

vollen Bedeutung hervor, da die durch die Radiärfasern vermittelten unwillkürlichen Augenbewegungen die nothwendige Ergänzung liefern. Reihenfolge und gegenseitige Lage der Objecte im Helmholtz'schen Sehfelde sind durch die Projection gegeben; dazu verhelfen die Empfindungen, welche die unwillkürlichen Augenbewegungen mit sich bringen, zu leichter Orientirung über oben, unten, rechts und links: und so gestatten Projection und Augenbewegungen zusammen die rasche und sichere Kenntnissnahme des Sehfeldes, welche wir bei den Thieren beobachten und welche ganz unmöglich wäre, würde für alle Einzelheiten des Sehfeldes die Erfahrung zu Hülfe kommen müssen. Der anatomischen Forschung wird durch die neuen Radiärfasern der Sehsphäre die Möglichkeit entzogen, alles was nach dem Verluste der Sehsphäre peripherwärts dem Untergange verfällt, ohne weiteres als optische Leitungswege anzusprechen; aber dafür eröffnet sich ihr die anziehende Aussicht, auf grund der Verknüpfung einerseits der Radiärfasern mit den lichtempfindenden centralen Elementen, andererseits der Associationsfasern mit den Vorstellungselementen, die beiderlei centralen Elemente auch ihrerseits unterscheiden und ihre morphologische Verschiedenheit nachweisen zu können.

Unser Ergebniss, dass die lichtempfindenden centralen Elemente durch die elektrische Reizung der Sehsphäre in Erregung gerathen, steht übrigens, wie bemerkt zu werden verdient, nicht isolirt da. Für die Bewegungen, welche der elektrischen Reizung der Fühlsphäre folgen, ist bereits nach vielen Verhandlungen und Versuchen entschieden*, dass sie von der Erregung der grauen Rinde oder der „Rindenelemente“ herrühren, weil, wenn die Elektroden der unversehrten Oberfläche anliegen, es schwächerer Ströme für den Erfolg bedarf, als wenn die durch Abtragung der Rinde freigelegte weisse Substanz der Reizung unterliegt, weil ferner die Bewegungen im ersteren Falle später nach der Reizung eintreten und länger andauern als im letzteren Falle, und weil endlich an Hunden, die mit Chloral oder stark mit Morphium narkotisirt sind, auf Reizung der Oberfläche, nicht auf Reizung der weissen Substanz die Bewegungen ausbleiben. Entsprechende Beobachtungen macht man aber auch an der Sehsphäre. Auch hier findet man nach Abtragung der Rinde stärkere Ströme erforderlich, um die associirten Augenbewegungen zu erzielen**, als wenn die Elektroden auf die unversehrte Oberfläche

---

* Franck et Pitres, Travaux du laboratoire de M. Marey, ann. 1878—79. Paris 1880. p. 429—47; Arch. de Physiologie, 3. sér. T. 5. 1885. p. 7. — Bubnoff und Heidenhain, Pflüger's Arch. Bd. 26. 1881. S. 140—70. — François-Franck, Leçons sur les fonctions motrices du cerveau. Paris 1887. p. 29, 35, 318.

** Dass auch infolge der elektrischen Reizung der freigelegten weissen Substanz des Hinterhauptslappens associirte Augenbewegungen nach der der Reizung entgegengesetzten Seite eintreten, haben schon Danillo und P. Rosenbach (s. o.

gesetzt sind; und auch hier zeigt sich an Hunden, die stark mit Morphium narkotisirt oder durch grosse Blutverluste geschwächt sind, die Reizung von der Oberfläche her, so lange man nicht übermächtige Ströme in Anwendung zieht, erfolglos, während die Reizung der freigelegten weissen Substanz in der gewöhnlichen Weise wirksam ist. Demgemäss sind auch die Bewegungen infolge der elektrischen Reizung der Sehsphäre von der Erregung der Sehsphäre selbst oder ihrer „Rindenelemente" abzuleiten. Nun brauchte man freilich dafür, dass gerade centrale Elemente der Rinde durch die Reizung in Erregung gerathen, einen strengen Beweis durch alle jene Erfahrungen noch nicht geliefert zu sehen; man könnte, da die Nervenfasern, welche nach der Abtragung der Rinde den Erfolg der Reizung der weissen Substanz geben, alle auch in der Rinde, von deren Ganglienzellen ausgehend, enthalten sind, die Unterschiede, welche sich in den Ergebnissen der Reizung von der Oberfläche und von der Tiefe her darbieten, bloss darauf zurückführen wollen, dass die Nervenfasern in Rinde und Mark hinsichtlich ihres Baues, ihrer Empfindlichkeit u. dgl. m. verschieden seien. Indess ist doch das Gezwungene und Widernatürliche einer solchen Auffassung nicht zu verkennen, wo eine unzweifelhafte und grobe Verschiedenheit in den gangliösen Elementen einerseits und den Nervenfasern andererseits vorliegt, und wo es nur zu gut begreiflich ist, dass die gangliösen Elemente schon durch schwächere Ströme erregbar und durch Narcotica oder unzureichende Blutzufuhr leichter verletzlich sind als die Nervenfasern. Auch aus den vorgeführten Erfahrungen ist deshalb zu entnehmen, dass durch die elektrische Reizung der Sehsphäre centrale Elemente derselben erregt werden; und damit stellt sich, was unsere Untersuchung oben auf andere Weise darthat, die Erregung der lichtempfindenden centralen Elemente durch die elektrische Reizung der Sehsphäre, nur als der nächste Fortschritt in der Erkenntniss dar.

Ich muss zum Schlusse die Übereinstimmung hervorheben, welche sich zwischen meinen früheren Ermittelungen durch die Exstirpationen und den jetzigen durch die Reizungen ergeben hat. Sie geht über die Projection, welche der Gegenstand unserer Untersuchung war, hinaus. Wir sind geradezu überrascht gewesen, jedesmal dass wir die Stelle der Sehsphäre gefunden hatten, bei deren Reizung, wenn der Hund fixirte,

---

S. 304 Anm.) angegeben. Danillo hat die Bewegungen an ganz jungen, noch nicht zwei Monate alten Hunden und Katzen beobachtet, bei welchen die Reizung des unversehrten Hinterhauptslappens noch erfolglos war, und geschlossen, dass danach Ferrier's Annahme, die Augenbewegungen infolge von Rindenreizung beruhten auf subjectiven Gesichtsempfindungen, unhaltbar sei. Danillo's Schluss ist jedoch unrichtig, wie jetzt keiner weiteren Ausführung bedarf; werden ja bei der Reizung der weissen Substanz die Radiärfasern der Sehsphäre, welche die Erregung peripherwärts leiten, getroffen.

beide Augen in Ruhe verharrten und, wenn der Hund nicht fixirte, das gegenseitige Auge unbewegt blieb, wie genau diese Stelle der Mitte der Stelle A_1 entsprach, also der Mitte derjenigen Sehsphärenpartie, durch deren Exstirpation ich Seelenblindheit herbeigeführt und welche ich später als der Netzhautstelle des directen Sehens und ihrer Umgebung zugehörig erwiesen hatte*. Nicht anders aber verhielt es sich bezüglich der Grenzen der ganzen Sehsphäre, zog man in Betracht, wie für solche Bestimmungen sowohl die Exstirpations- wie die Reizungsmethode, eine jede in ihrer Art, naturgemäss Ungenauigkeiten mit sich bringt. Nach dem Gesammteindrucke, welchen ich von den Reizungen erhielt, möchte ich nur den vorderen Rand der Sehsphäre an seinem medialen Ende, im Bereiche der ersten Windung, ein wenig weiter nach vorn gelegen glauben, als ihn meine Abbildungen zeigen; es würde damit auch im Einklange stehen, dass ich in den Fällen, in welchen die beabsichtigte Totalexstirpation der Sehsphäre nicht vollkommen gelungen war, den stehengebliebenen Sehsphärenrest besonders häufig am vorderen medialen Ende der Sehsphäre zu suchen hatte. Dagegen hat, wie sich vermuthen liess, der ungefähr dreieckige Zipfel, welchen nach meinen Abbildungen der vordere und der laterale Rand der Sehsphäre von der dritten Windung abschneiden, aus der Sehsphäre auszuscheiden; offenbar ist nur für die Totalexstirpation der Sehsphäre die Mitnahme des Zipfels erforderlich, damit von der Rinde der zweiten Windung in der Furche zwischen dieser und der dritten Windung nichts zurückgelassen werde.[167]

Anmerkungen.

[158] An diese Veröffentlichung Schäfer's und nicht an seine voraufgegangene Mittheilung in den Proceed. of the R. S. of London, Vol. 43. 1888. p. 408—10 knüpfe ich an, weil in der letzteren auf meine Untersuchungen gar nicht Bezug genommen worden ist. Schäfer's Abhandlung im Brain ist um die im Texte S. 296 citirten Schlusssätze: „Dieses Verbindungsschema zwischen den Netzhäuten und Hinterhauptslappen u. s. w.“ bereichert.

[159] West Riding Asylum Rep. Vol. 3. 1873; The functions of the brain. London 1876. p. 164, 171—2, 176 (Übersetzung von Obersteiner, S. 180, 187—8, 192).

[160] Die Abhandlung von Obregia ist in du Bois-Reymond's Arch. 1890. S. 260—79 erschienen.

[161] S. o. S. 164.

[162] S. o. S. 84, 252.

[163] Ich sage: „u. dgl. Bewegungen“, weil neben den Augenlid- und Iris-Bewegungen, von welchen oben S. 301, 303 die Rede war, möglicherweise auch noch Drehungen des Kopfes als den Augenbewegungen infolge des Sehens zugehörig sich herausstellen könnten. Wir haben bei einigen Versuchen, bei welchen das ruhige Verhalten des Thieres den Kopf ganz freizulassen gestattete, die Augenbewegungen in der Regel ohne Kopfbewegungen eintreten sehen und, wenn doch einmal zugleich

* S. o. S. 74—5, 90—1.

der Kopf sich bewegte, nicht die Überzeugung gewonnen, dass es sich um einen Reizerfolg und nicht um eine willkürliche Bewegung handelte. Aber erst mehr Versuche mit verschieden starker Reizung werden hier den wünschenswerthen sicheren Aufschluss verschaffen können.

[164] S. o. S. 281.

[165] Weil es im Texte „ausschliesslich Augenbewegungen" heisst, will ich, wenn auch zum Überflusse, bemerken, dass zu den Augenbewegungen natürlich hier wiederum die Augenlid- u. dgl. Bewegungen gerechnet sind.

[166] Vgl. Preusse, Arch. f. wiss. u. prakt. Thierheilkunde, Bd. 8. 1882. S. 267.

[167] Wie man sieht, bin ich nicht in der Lage, v. Monakow (Arch. f. Psychiatrie, Bd. 20. 1889. S. 714) beizupflichten, der nach der anatomischen Untersuchung von drei Hundehirnen, an welchen ich die Sehsphären theils vollkommen, theils unvollkommen exstirpirt hatte, die vordere Grenze der Sehsphäre viel weiter nach vorn gelegen glaubt, als ich angegeben habe, so dass die Sehsphäre auch noch einen grossen Theil der Augenregion *F* (Fig. 3 S. 50) mit umfassen und bis mindestens sehr nahe an die Vorderbeinregion *D* sich erstrecken würde. Wegen der sonstigen Vorzüglichkeit der Monakow'schen Untersuchungen halte ich es für nützlich, darauf noch einzugehen.

Vergegenwärtigen wir uns, worauf meine vordere Sehsphärengrenze beruht, so sind es folgende Ermittelungen: 1. Exstirpationen vor der Grenze, welche nicht mit Quetschung, Entzündung oder dergl. complicirt sind, haben nie partielle Rindenblindheit zur Folge, wie sie regelmässig ebensolche Exstirpationen hinter der Grenze mit sich bringen. 2. Meine Totalexstirpationen der Sehsphären, welche eben die Grenze erreichen, führen andauernde volle Rindenblindheit herbei; und zwar bildet sich diese nicht erst mit der Zeit aus, sondern ist unmittelbar nach der Entfernung der zweiten Sehsphäre vorhanden, sie ist sogleich nachweisbar, sobald nur die Narkose vorübergegangen ist. 3. Haben sonst gelungene Totalexstirpationen der Sehsphären die Grenze an der einen oder der anderen Hemisphäre nicht ganz erreicht, so zeigt sich ein Rest des Sehvermögens erhalten; und dann verschlechtert sich das Sehen nicht mit der Zeit, sondern vervollkommnet sich sogar insofern, als der Hund den ihm verbliebenen Sinnesrest immer besser verwenden lernt. 4. Das Sehen erfolgt im letzteren Falle nachweisbar mittels der obersten Netzhautpartie; und daher muss, gemäss der anderweitig ermittelten Projection der Netzhäute auf die Sehsphären, das Rindenstück, welches hier den vollkommen gelungenen Totalexstirpationen gegenüber zurückgelassen ist, die vorderste Sehsphärenpartie sein. 5. Die Augenbewegungen nach der Seite und unten, welche die elektrische Reizung hinter der Grenze liefert, bleiben aus, wenn man mit den Elektroden die Grenze nach vorn überschritten hat, oder sind dann nur noch mit wesentlich stärkeren Strömen zu erzielen. Alles dies zusammen verleiht meiner vorderen Sehsphärengrenze einen ungewöhnlich hohen Grad von Sicherheit. Nur kann natürlich von einer scharfen Bestimmung der Grenze nicht die Rede sein, denn zu einer solchen vermag, wie ich es oft genug gesagt habe, das operirende Messer nicht zu führen. Auch ist eine gewisse Ungenauigkeit dadurch bedingt, dass die Gesammtformation des Grosshirns bei den verschiedenen Hunderacen eine etwas verschiedene ist und die Furchen der Oberfläche, auf welche man zur Orientirung angewiesen ist, sogar von Hemisphäre zu Hemisphäre Variationen darbieten; man mag deshalb eine Zeichnung oder Beschreibung der Grenze geben, welche man will, immer wird dieselbe doch für den einen und den anderen Fall nicht ganz zutreffend sich erweisen.

Wenn nun v. Monakow in einigen Fällen von Totalexstirpation der Sehsphären die von mir angegebene vordere Sehsphärengrenze vom Messer um einige Mm. nach

vorn überschritten fand, so ist das ganz ohne Belang. Denn die Grenze ist an derjenigen Stelle anzunehmen, welche die Exstirpation mindestens erreichen muss, wenn volle Rindenblindheit die Folge sein soll; und so würde jenes Überschreiten nur dann Bedeutung gewinnen und ein Vorschieben meiner vorderen Sehsphärengrenze erforderlich machen, wenn es bei allen meinen vollkommen gelungenen Totalexstirpationen vorgekommen wäre. Aber da stehen den Monakow'schen Ergebnissen meine so viel zahlreicheren eigenen Erfahrungen entgegen und noch dazu Erfahrungen, welche nicht an gehärteten, geschrumpften und verzogenen, sondern an frischen Gehirnen gemacht sind. Ich habe ja seinerzeit auf den Figuren der Tafel die Sehsphärengrenzen nach den frischen Gehirnen vollkommen rindenblinder Hunde angegeben, und diese Grenzen habe ich auch bei meinen späteren Versuchen richtig gefunden. Überdies habe ich für eine ganze Anzahl vollkommen rindenblinder Hunde, welche ich mir in den letzten Jahren verschaffte, seitdem ich das neue Verfahren der Totalexstirpation (S. 275) übe, nicht bloss an den Gehirnen, sondern auch schon unmittelbar an den ausgeschnittenen Stücken mich überzeugen können, dass der vordere Schnitt gerade da geführt war, wo nach meinen Abbildungen und Schilderungen die vordere Sehsphärengrenze gelegen ist.

Ebensowenig ist aus der Degeneration, welche v. Monakow in grösserer Ausdehnung an der vor der Exstirpationsstelle befindlichen Rinde beobachtete, und auf welche er ein besonderes Gewicht legt, das zu entnehmen, was v. Monakow daraus schliessen zu können meinte. Über die Ursache der Degeneration hat v. Monakow zu einem definitiven Urtheile noch nicht kommen können und angenommen, dass sie sowohl durch Läsion der Pia der Nachbarschaft, als auch durch Mitläsion der Stabkranzfasern jener Rinde, möglicherweise dazu auch noch durch andere Umstände erzeugt wurde. Mir ist jedoch die Verfärbung und Erweichung jener Rinde, verbunden mit Adhärenz, Trübung und Verdickung der Pia, von solchen Fällen her sehr wohl bekannt, in welchen die vollkommen oder auch unvollkommen rindenblinden Hunde an Encephalomeningitis erkrankten und nach epileptischen Anfällen und längerem Coma starben: während ich nie dergleichen beobachtet habe, wenn ich ebensolche Hunde noch bei vollem Wohlbefinden tödten liess. Danach sind in der Verfärbung und Erweichung der vor der Exstirpationsstelle gelegenen Rinde bei den von v. Monakow untersuchten Hunden 03 und 08 unzweifelhaft bloss die Folgen der hinzugetretenen Encephalomeningitis zu sehen. Lehren ja auch die Versuchsprotokolle, dass Hund 03 nach jeder Exstirpation durch 2—3 Tage leichte meningitische Erscheinungen darbot und schliesslich, nachdem er sich am Hinterhaupte gestossen hatte, nach dreitägigem Coma getödtet wurde, und dass Hund 08 einen epileptischen Anfall hatte und nur durch die rasch eingeleitete Narkose gerettet wurde; und hat ja v. Monakow bei dem dritten untersuchten Hunde 0115, der bis zum Tode in ungestörter Gesundheit verblieben war, die Pia normal und die Rinde nicht erweicht oder auch nur verfärbt gefunden, trotzdem dass dieser Hund die Exstirpationen viel länger überlebt hatte als der Hund 03. Bloss die viel unbedeutendere Veränderung, welche v. Monakow beim Hunde 0115 an der vor der Exstirpationsstelle befindlichen Rinde constatirte — die Schrumpfung mit Degeneration der Ganglienzellen namentlich in den ventralen Schichten, verwaschenem und zerklüftetem Aussehen der Grundsubstanz u. s. w. (a. a. O. S. 738) — könnte daher für die Frage nach der Ausdehnung der Sehsphäre noch in Betracht kommen; aber dazu müsste erst festgestellt sein, dass die Veränderung nothwendig mit der Sehsphären-Exstirpation verknüpft ist, dass sie eine volle Functionsunfähigkeit der Rinde bedingt, und dass diese Functionsunfähigkeit sofort mit der Sehsphären-Exstirpation gegeben ist. Zur Zeit also lässt von anatomischer Seite her ein begründeter Einwand gegen meine vordere Sehsphärengrenze gar nicht sich erheben; und wie wir deren experimentelle Grundlagen vorhin

übersehen haben, ist auch nicht zu glauben, dass in der Folge die Grenze im Monakow'schen Sinne verrückt werden wird. Dagegen ist daran zu denken, dass der letztbesprochene Monakow'sche Befund, wenn er sich regelmässig erheben lässt, zum anatomischen Nachweise führen kann der engen Beziehungen zwischen Sehsphäre und Augenregion, wie sie die Functionen dieser Hirntheile voraussetzen lassen. Deshalb wäre eine baldige Fortsetzung der Monakow'schen Untersuchung sehr zu wünschen, und ich würde dafür die erforderlichen Gehirne gern zur Verfügung stellen.

Register.

(Die Ziffern bedeuten, wenn sie in Klammern stehen, die Nummern der dem Texte nachfolgenden Anmerkungen, sonst die Seitenzahlen.)

A.

Anschauungsbilder 92, 99, 104.
Aphasie, atactische 171.
  sensorische 213.
Apperception 143, 159.
Armregion (der Fühlsphäre) s. Vorderbeinregion.
Atrophie des Hinterhauptslappens nach Augen-Zerstörung 16, (15).
  des Schläfenlappens nach Ohr-Zerstörung 16, (15).
  des Sehnerven nach Rinden-Zerstörung (71).
Aufmerksamkeit 97, 99, 141, 143, 159, 170.
Aufrechte Haltung 173.
Augenbewegungen, auf Reizung des Hinterhauptslappens 295, 300, 308.
  Wandern des Blicks 307.
Augenregion (der Fühlsphäre) 50.
Ausfallserscheinungen (48).
Ausspülung der Gehirnsubstanz 9, (5), 59, 259.

B.

Bauchbewegungen 169, 173.
Begriff 105.
Bellcentrum (129).
Bellstörungen 120—2, 169, (129). — s. auch Taubstummheit.
Berührungsgefühle 32, 38, 49, (38).
Berührungsvorstellungen 32, 34.
Bewegungsempfindung (34).
Bewegungsstörungen 10, 17, (31).
Bewegungsvorstellungen 33, 35, 37, 39, 47, 48, 133.
Bewusstlosigkeit 60.
Blindheit s. Rindenblindheit.
Blödsinn 59, 170.
Brechbewegungen s. Erbrechen.
Brustbewegungen 169, 173.

C.

Centrale Elemente s. Wahrnehmende El., Lichtempfindende El., Vorstellungselemente u. s. w.
Chiasma beim Affen und Hunde 65, 75, (66).
  bei der Taube 209.
Corpora quadrigemina, Reizungserscheinungen s. Laufbewegungen.
Corpora striata 175.

D.

Directes Sehen, Netzhautstelle des — beim Hunde zugehörig der Rindenstelle A_1 26, 27, 75, 91, 99, 310, 313.
Druckgefühle 32, 38, 47, 49, (38).
Druckvorstellungen 32, 34, 38, 47.

E.

Einfachhören 129.
Einfachsehen 128.
Encephalomeningitis, Folgen der — 12, 19, 49, 59, 83, 85, 93, 117, 149, 150, 158.
Erbrechen 196, 197, 198.
Erinnerungsbilder
  der Gesichtswahrnehmungen s. Gesichtsvorstellungen, Seelenblindheit.
  der Gehörswahrnehmungen s. Gehörsvorstellungen, Seelentaubheit.
Erkennen 22, 23, 92, 103.
Exspirationsbewegungen 164, 167.

F.

Fehllaufen, Fehlschnappen 25, (21), 71, 174.
Fixationsbewegungen, unwillkürliche 307.
Fressstörungen s. Nahrungsaufnahme.

Frosch- s. Grosshirn-Exstirpation, Laufbewegungen, Herzversuche.
Fühlsphäre 32—40, 45—58, 59, 60, 133 bis 137, 144—69.

G.

Ganglienreizung, mechanische 131, elektrische 132.
Gedächtniss 184, 213. — s. auch Sinnesvorstellungen.
Gefühle 32, 38, 48, (38).
Gefühlssinn 32, 39, (38).
Gefühlsvorstellungen 32, 37, 39, 47, (38).
Gefühlswahrnehmungen s. Gefühle.
Gehbewegungen 36, 40.
Gehörsvorstellungen 11, 30.
Gehörswahrnehmungen 31, 116 Anm., 118, 120—2, (103).
Gelenkgefühle 33.
Gemeingefühle (38).
Geruchscentrum Ferrier's 12.
Geschichtliches über
  Functionen des Grosshirns 179.
  Localisation der Functionen im Grosshirn 1.
  Functionen der Hinterhauptslappen 214.
  Seelenblindheit 184 Anm., (134).
  Functionen der Stirnlappen 139.
Geschmackscentrum Ferrier's 12.
Gesichtsvorstellungen 10, 17, 22, 26, 27, 29, (24), 92—100, 103, 107.
Gesichtswahrnehmungen 22, 25, 27, 87, 92.
Grosshirn-Exstirpation an
  Kaninchen, Meerschweinchen, Ratte 218 bis 237.
  Taube 191—205, (136), 278.
    Exstirpation einer Hemisphäre 205 bis 208, (136).
    — der Ventrikeldecke 190, 210, 216.
  Frosch 190.
Gyrus angularis des Affen 12, 50, 105, 123—5.

H.

Halsregion (der Fühlsphäre) s. Nackenregion.
Hautgefühle s. Berührungs-, Druck-, Temperaturgefühle.
Hemiopie beim Hunde 67.
  Affen 29, 105, 123—5.
    einseitige 106, 126.
  Menschen 189.
Hemmende Ganglienzellen der Rinde 130, (121).
Hemmung, antagonistische und genuine 137, (123).
— des Reizerfolges an Ganglien 132.
— des Muskeltonus 130.
— durch die Verwundung 11, (48).
Hemmungscentren 132, 141.
Hemmungsnerven 132.
Hemmungsvorgänge in Rindenzellen 130, 135, (121), (122).
Herzversuche am Frosche 131—3.
Hinterbeinregion (der Fühlsphäre) 33, 53, 164.
Hinterhauptslappen 27, 28, 189, (134).
  Reizungen des Lappens 6, 295, 300, 308.
  Atrophie des Lappens s. Atrophie.
    Für alles weitere s. Sehsphäre.
Hörcentrum Ferrier's 12.
Hörelemente, centrale s. Schallempfindende Elemente.
Hörsphäre 10—11, 17, 30—1, 112—22.
  Functionen 11, 31, 122.
  Ausdehnung 31, 117, 120.
  Zugehörigkeit zum gegenseitigen Ohre 119, 121, (104).
  Beiderseitige Totalexstirpation 113.
  Einseitige — 119.
  — partielle Exstirpationen 120.
  Beiderseitige Exstirpation der Stelle B_1 10, 17, 30.
Hungercentrum Ferrier's 12, (12), 123.

I.

Innervationsgefühle 33, 38, 39.
Inspirationsbewegungen 164, 167.
Intelligenz 58, 84, 139, 147, 158, 169, 263.
Iris s. Pupille.

K.

Kaninchen s. Grosshirn-Exstirpation, Laufbewegungen, Projection, Rindenblindheit, Sehsphäre.
Kehlkopf-Bewegungen (129).
Kennen s. Erkennen.
Kopfregion (der Fühlsphäre) 33, 53, 149, 150, (126), (129).

L.

Lagevorstellungen 32, 35, 38, 47.
Laufbewegungen nach Grosshirn-Exstirpation bei
  Kaninchen, Meerschweinchen, Ratten 223 bis 230, 235, (138).
  Tauben 198, 229.
  Fröschen 229.
Lernen, Sehen- 11, 22, 63, 94, 104, Hören- 17, 31.
Lichtempfindende (centrale) Elemente 87, 99, 307, 311.
Lichtempfindung 87, 281.
Localzeichen der Gesichtsempfindungen 25, 65, 310.

M.

Maculae luteae des Affen, Zugehörigkeit der — 107, 127, 298.
Meerschweinchen s. Kaninchen.
Motilitätsstörungen 10, 33, 34, (31).
Motorische Centren 39, 48, 132, 301.

Motorische Sphäre 10, 32, 48, 301.
Muskelgefühle 32, 38, (34).

N.

Nackenregion (der Fühlsphäre) 54, 57, 149, 156, 157, 160, 164, 166, 167, (129).
Nahrungsaufnahme, Störungen der — 149, 150, (126).

O.

Ohrregion (der Fühlsphäre) 52.
Opticusreflex 281, 306.
Orientirung im Raume 84, 267.

P.

Pferd, Versuche am — 12.
Projection der Netzhäute auf die Sehsphären
Mensch 189.
Affe 30, 65, 106—7, 126—9, 295 bis 300.
Hund 25, 65—75, (62), 86—9, 270, 293—313.
Kaninchen 237.
Taube 211, (136).
Psychomotorische Centren 48, 301.
Pupille 6, 10, 84, 87, 106, 231, 295, 301.

R.

Rachen-Bewegungen (129).
Ratte s. Kaninchen.
Raumvorstellungen 267.
Regionen der Fühlsphäre 33, 38, 49.
Retinareflex s. Opticusreflex.
Riechsphäre 58, 107—11.
Rindenbewegungslosigkeit 39.
Rindenblindheit 27, 87.
Mensch 189, 278.
Affe 29, 278, 295, für ein Auge 106.
Hund 84, 252, 278, — — — 88.
Kaninchen, Meerschweinchen, Ratte 231, 236, 288.
Taube 199, 203.
Partielle Rindenblindheit s. Hemiopie, Sehsphäre.
Rindengefühllosigkeit 39, (38).
Rindenhyperästhesie 49.
Rindenlähmung 39, (38).
Rindensensibilität 49.
Rindentaubheit 31, 115, 118.
einseitige 119, partielle 120.
Rumpfregion (der Fühlsphäre) 55, 57, 160, 169. — s. auch Stirnlappen.

S.

Schallempfindende (centrale) Elemente 118, 119, 122, 283.
Schallempfindung 118, 120
Scheitellappen 10, 17, 32, 33, 38. — s. auch Fühlsphäre.
Schläfenlappen 31. — s. auch Atrophie, Hörsphäre.
Schmecksphäre 58.
Schmerz (38).
Schnüffeln, Störungen im — 109, 169.
Seelenbewegungslosigkeit 38.
Seelenblindheit 10, 12, 17, 21, 27, (24), 59, 90—100, 103, 184, (134).
Seelengefühllosigkeit 38.
Seelenlähmung 38, 59.
Seelentaubheit 10, 17, 30, 59, 213.
Sehcentrum, von Ferrier 12, (12); von Luciani und Tamburini 66, 123; von Ferrier und Yeo 123.
Sehelemente, centrale s. Lichtempfindende Elemente.
Sehen, abhängig vom Grosshirn 18—9, 280.
Sehnerven, Kreuzung beim Affen und Hunde 65, 75, (66); beim Menschen 189; bei der Taube 209, (136).
Umsetzung der Fasern 75.
Mattenartige Verflechtung der Fasern im Chiasma 76.
s. noch Atrophie.
Sehreflex 281, 306.
Sehsphäre, Functionen 11, 25, 27, 87, 99, 306.
— des Menschen 189, 278.
— des Affen, Ausdehnung 28, 106, 277, 296.
Beiderseitige Totalexstirpation 29, 277, 295, 300.
— partielle Exstirpationen 29, 106, 126, 127.
Einseitige Totalexstirpation 29, 106.
— partielle Exstirpationen 106, 126.
Sagittale Halbirung beider Sehsphären 128.
Reizungen s. Hinterhauptslappen.
— des Hundes, Ausdehnung 25, 87, 247, 313, (167).
Beiderseitige Totalexstirpation 82, 249, 275.
— partielle Exstirpationen 10, 97, 270.
Einseitige Totalexstirpation 26, 67; und partielle Exstirpation der anderen Seite 88.
— partielle Exstirpationen 10, 17, 24, 69.
Exstirpationen der Stelle A_1 10, 17, 21, 95.
Reizung und Atrophie s. Hinterhauptslappen.
— des Kaninchens 237, 291.
Exstirpation am neugeborenen K. 287.
— der Taube 210, (136).
Sensibilität 48, (38).
Sensibilitätsstörungen 33, 34, (31).
Sensorielle Sphäre 10.
Sinneselemente, centrale 281. — s. auch Lichtempfindende El. u. s. w.

Sinnesempfindungen (38), 185, 281, 284.
Sinnesenergien, specifische 281 (157).
Sinnesreflex 281, 306.
Sinnessphären 169, 185. — s. auch Sehsphäre, Hörsphäre u. s. w.
Sinnesvorstellungen 59, 184, 284. — s. auch Gesichts-, Gehörs- u. s. w. Vorstellungen.
Sinneswahrnehmungen 185. — s. auch Gesichts- u. s. w. Wahrnehmungen.
Sprachcentrum (129).
Stirnlappen 49, 55—8, 139—73.

T.

Tastcentrum Ferrier's 12.
Tastvorstellungen 33, 36, 37, 47.
Taube s. Chiasma, Grosshirn-Exstirpation, Laufbewegungen, Projection, Rindenblindheit, Sehnerven, Sehsphäre.
Taubstummheit 16, (13), 115, 116, 119—21.
Temperaturgefühle 32.
Thalami optici, Reizungserscheinungen s. Laufbewegungen.

V.

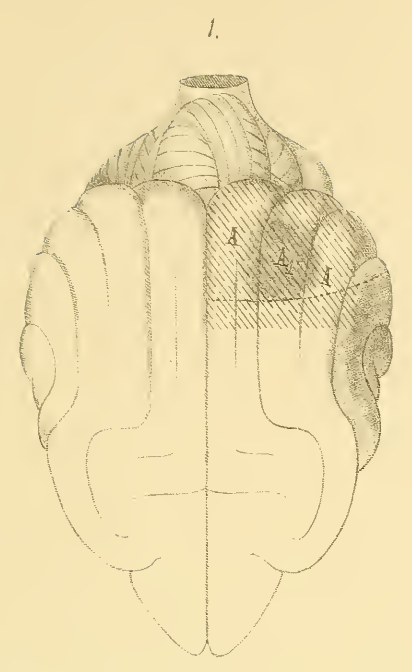
Verstehen (Gehörtes) 30.
Visceralgefühle, Ferrier's Centrum für — 5, 12, (12).
Vorderbeinregion (der Fühlsphäre) 33, 34, 46, 53, 164.
Vorstellungselemente, centrale 92—100, 107, 285, (157), 311.

W.

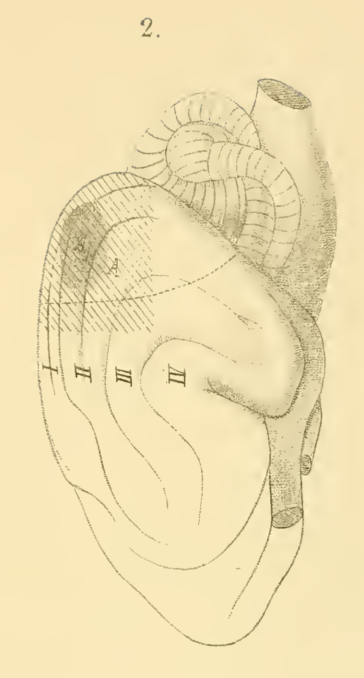
Wahrnehmende (centrale) Elemente 25, 38, 87, 92, 99, 285, (157). — s. auch Licht- u. s. w. empfindende Elemente.
Wille 40, 48, 143.
Willensenergie, Defect der — 10.
Willkürliche Bewegung 40, 48, 59, 136.
Willkürliche Hemmung 136.

Gedruckt bei L. Schumacher in Berlin.

1.



2.



3.



4.

